

К. В. ЕГОРОВ

Автоматика и телемеханика

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

К. В. ЕГОРОВ

АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1950 ЛЕНИНГРАД

16-2-1

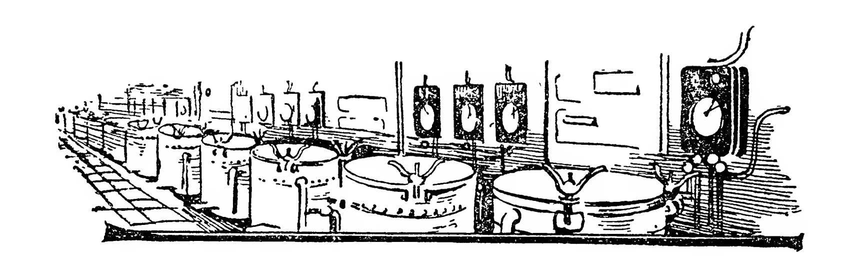
К ЧИТАТЕЛЮ

Ваши отзывы и пожелания о книжках «Научно-популярной библиотеки» просим направлять по адресу: Москва, Орликов пер., д. 3, Гостехиздат.

Редакторы *В. А. Мезенцев* и *В. Т. Хозяинов.* Техн. редактор *Н. А. Тумаркина.*

Подписано к печати 15/IX 1950 г. Бумага 84×108/32 0,875 бум. л. 2,87 печ. л. 2.95 уч.-изд. л. 41 104 тип. зн. в печ. л. Т-07813. Тираж 150 000 экз. Цена книги 90 коп. Зак. № 1797.

Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова Главполиграфиздата при Совете Министров СССР. Москва, Валовая, 28.



ВВЕДЕНИЕ

В нашей чудесной стране силы природы поставлены на службу народу. Советские люди в невиданно короткий срок превратили нашу Родину в великую индустриальную державу. С каждым днём совершенствуется наша техника. Советские учёные и инженеры строят различные машины. Многие из этих машин работают «сами», без участия человека.

Представим себе, что мы находимся в цехе одного из наших современных заводов. Перед нами небольшой станок. С одного конца в этот станок поступает проволока, а на другом конце этого станка появляются готовые винты. Человек при этом даже и не присутствует — всё делает станок-автомат «сам».

Во время полёта самолёта пилот «бросил» управление самолётом и вышел к пассажирам из своей кабины. На лицах многих недоумение и даже тревога..., но самолёт продолжает спокойно лететь — его ведёт автопилот.

Стемнело — и свет уличных фонарей и маяков на море «сам» зажёгся. Рассвело — и свет «сам» погас.

Электростанция вырабатывает электрическую энергию..., но станция заперта на замок — там нет людей. Электрическую энергию вырабатывают автоматы «сами».

Эти несколько примеров — лишь малая частица того, что делают сейчас особые, «умные» машины-автоматы.

В нашей маленькой книге мы хотим рассказать, какие бывают машины-автоматы, как они устроены, как развивалась автоматика, что сделали наши соотечественники в этой увлекательной области.

1. НЕМНОГО ИСТОРИИ

Слово «автомат» происходит от греческого «аутос», что значит «сам». Автоматами называют теперь всевозможные самодействующие машины, которые работают «сами», без участия человека.

Простые автоматы были известны ещё в глубокой древности. О первых известных автоматах упоминается уже в записях древних учёных Архимеда, Ктезибия и Герона Александрийского. Так, Герон (II век до нашей эры) упоминает об автомате, установленном для продажи «святой воды», который он видел в Египте.

Механик Ктезибий, живший в Александрии во II веке до нашей эры, изготовил первые водяные часы, представлявшие собой специальный сосуд, наполненный водой. Вытекавшая из сосуда вода приводила в движение через систему зубчатых колёс стрелки, которые указывали время. В дальнейшем часы сыграли большую роль в истории развития автоматов. Недаром Карл Маркс писал по этому поводу, что «часы являются первым автоматом, созданным для практических целей». В средние века часовое дело и связанная с ним автоматика продолжали развиваться.

Все достаточно сложные по тому времени часовые автоматы были похожи в своей основе на водяные часы Ктезибия. Вода являлась в этих часах двигательной силой, и в то же время количество вытекающей из сосуда воды определяло протекшее время. Для того чтобы часы показывали правильное время, нужно было, чтобы вода вытекала из сосуда равномерно, независимо от её уровня в сосуде. Поэтому многие выдающиеся механики и математики решали задачу о том, какую форму надо придать сосуду, чтобы вода вытекала из него всегда с одинаковой скоростью.

Позже водяные часы заменяются колёсными часами, приводимыми в движение грузами. В колёсных часах для того чтобы они ходили точно, применялся особый регулятор хода, т. е. автомат, который заставлял стрелки часов вращаться равномерно.

Во времена средневековья церковники, стремясь укрепить свою власть над народом, строили немало хитроумных автоматических приспособлений и устанавливали их в

церквах и монастырях. История сохранила нам много примеров того, как, пользуясь невежеством народа, церковь с помощью автоматов делала различные «божественные чудеса».

В конце XV века появились первые пружинные часы, в которых механизм приводится в движение не силой тяжести грузов, а упругой силой пружины. В XVII веке в качестве регулятора хода часов начинает применяться маятник.



Рис. 1. Терентий Иванович Волосков, выдающийся русский механик.

Развитие мореплавания и торговли в XVI—XVIII веках создало острую потребность в точном определении времени. Точность хода часов стала одной из важнейших технических проблем того времени.

К концу XVIII века быстро развивается машинная техника, появляются всё более и более сложные машины.

Сложную машину можно считать состоящей из большого числа отдельных машин-механизмов, каждая из которых выполняет свою особую роль. Так, например, многие сложные машины имеют такие механизмы, которые регулируют работу всей установки в целом. Механизмы, регулирующие работу всей установки, называют машинами-управителями или автоматами.

Создание таких машин-управителей часто определяло возможность практического использования той или иной сложной машины в целом. Так, например, судьба первого парового котла во многом обязана автоматическому паровому клапану, обеспечившему безопасность его работы. Применение паровой машины как надёжного двигателя связано с изобретением регулятора числа оборотов.

Решающая роль машины-управителя в устройстве сложной машины характерна и в наше время. А по мере роста машинной техники значение автоматов будет неизменно увеличиваться и в будущем.

В России вопросы автоматики давно занимали умы передовых людей. Первые известные нам работы русских изобретателей в этой области относятся к концу XVII и первой половине XVIII века, то-есть ко времени, когда начинает заметно развиваться машинная техника. В качестве примера может быть названа «самодействующая пильная мельница» Фёдора и Осипа Бажениных, новгородских людей, работавших в Архангельске ещё в XVII веке. Их мельница имела водяной привод и сложную систему пил для разработки древесины.



Рис. 2. Иван Петрович Кулибин, знаменитый русский механик-изобретатель.

В книге М. В. Ломоносова «Первые основания металлургии» (1763 год) также упоминается о весьма сложной самодействующей машине, выкачивавшей воду из шахт.

В XVIII веке крестьянин Нижегородской губернии Л. Шамшуренков изобрёл «самобеглую коляску», то-есть первую механическую повозку, которая «бегать будет и без лошади... только правимая через инструменты хотя через какое дальнее расстояние, и не только по ровному местоположению, но и к горе, буде где не весьма крутое место».

К этому же периоду относится создание Родионом Глинковым механизированной прядильно-чесальной

машины, изобретением которой он опередил англичанина Аркрайта на десять лет.

Изготовлением сложных автоматических устройств занимался талантливый русский механик крестьянин Тверской губернии Терентий Волосков. Он построил часы, которые автоматически производили астрономиче-

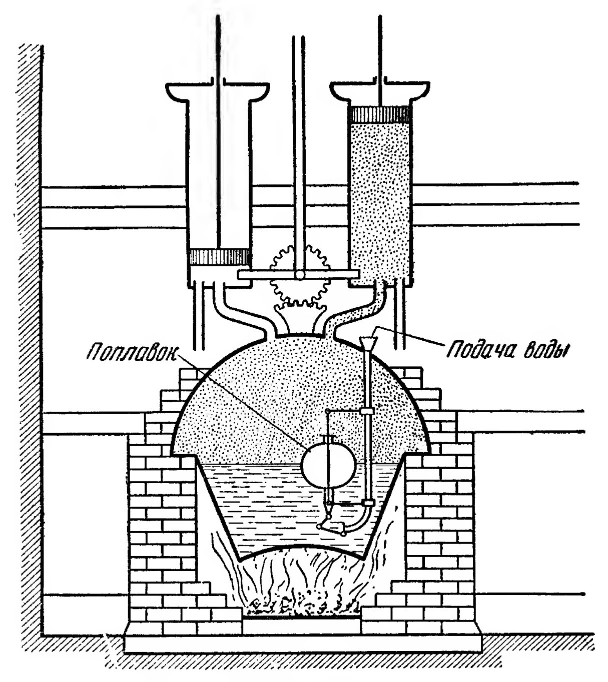


Рис. 3. Автоматический регулятор уровня И. И. Ползунова.

ские вычисления и показывали минуты, часы, дни, месяцы, годы, фазы луны и т. д.

Высокоталантливым изобретателем зарекомендовал себя и И. П. Кулибин — нижегородский купец, а позднее механик Российской Академии Наук. Он построил «самодвижущийся экипаж», «водоходное судно», «механические ноги» и множество других автоматизированных устройств.

К числу выдающихся работ в области автоматизации относятся работы замечательного русского механика и

теплотехника XVIII века И. И. Ползунова, который является первым изобретателем автоматического поплавкового регулятора.

Этот регулятор поддерживал уровень воды в котле автоматически. Когда уровень понижался ниже нормального, то поплавок опускался и открывал клапан, пускаю-

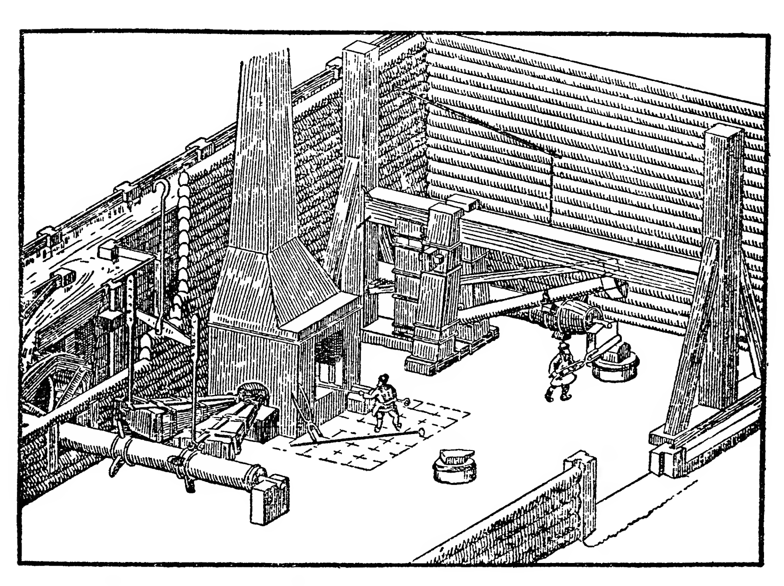


Рис. 4. Механизированный металлообрабатывающий завод XVII века.

щий воду в котёл. Когда уровень воды превышал норму, поплавок закрывал полностью клапан и вода в котёл не поступала (рис. 3).

Такой регулятор Ползунов применил в 1765 году в своей «огнедействующей машине», от которой начали своё развитие современные паровые машины. Ползунов изобрёл также свою систему паро- и водо-распределения, чем добился непрерывности и автоматизма в работе машины так, что «вода, пар и огонь сами себя в движении держали».

Здесь уместно отметить, что И. И. Ползунов является первым в мире изобретателем такого автоматического регулятора, идея работы которого лежит в основе всех

современных автоматов-регуляторов. И. И. Ползунов опередил в этом отношении известного изобретателя Уатта на много лет.

Не менее яркой фигурой в истории развития русской технической мысли является К. Д. Фролов — гидротехник, работавший в XVIII веке на Алтае. Он является создателем механизированных горных предприятий, которые можно считать прообразом современных заводов-автоматов. К. Д. Фролов механизировал многие тяжёлые работы: выкачивание воды, подъём из шахты руды, её дробление и сортировку.



Рис. 5. Пафнутий Львович Чебышев, крупнейший русский математик.

Весьма ярко проявил свои незаурядные способности талантливый ученик Фролова — К. Ушков. На своей родине — Алтае — он создал ряд замечательных механизированных гидротехнических установок.

О том, что попытки механизации разных производств не были на Руси случайными явлениями, говорит тот факт, что подобные установки строились и в других местах, например в г. Туле. Пример такого металлообрабатывающего завода, или, как тогда говорили, «молотового анбара» приведён на рис. 4, где механизированы ковка и дутьё.

В 1834 году на Урале Ефим и Мирон Черепановы успешно построили и опробовали первый в России «сухопутный пароход», как тогда называли паровоз. В нём существенную роль играла автоматизация парораспределения.

В XIX веке всё больше и больше начинает сказываться потребность в создании мощного и надёжного двигателя, который мог бы удовлетворять растущие промышленные нужды России.

На насущные запросы страны откликнулся ряд выдающихся учёных того времени. Начинается всесторонняя разработка теории и практики регулирования хода машин. Производится также изучение общих вопросов устойчивости движения.

Роль русских учёных в разработке теоретических основ автоматики также исключительно велика. В этой области следует отметить прежде всего выдающиеся работы наших талантливейших учёных: П. Л. Чебышева, И. А. Вышнеградского, А. М. Ляпунова, Н. Е. Жуковского, А. Н. Крылова, И. Н. Вознесенского и других. Многие из этих работ являются основой для современной техники автоматизации.

Особенно бурно развивается автоматика в наше время. Сейчас на этом фронте трудится целая армия учёных и изобретателей, возглавляемая академиками В. С. Кулебакиным, А. А. Андроновым и др. В нашей стране вопросам автоматики уделяется большое внимание. Среди лауреатов Сталинской премии мы находим много имён людей, работающих в этой увлекательной области.

2. МАШИНЫ-УПРАВИТЕЛИ

Замечательные достижения современной техники являются результатом многовековой работы человеческого ума. В давние времена, на заре развития человеческого общества, люди в своей повседневной деятельности могли рассчитывать только на свои физические силы.

Когда мы ножом вырезываем какой-нибудь необходимый нам предмет, то, как легко понять, производим сразу три действия: держим изделие рукой, приводим в движение нож и направляем лезвие ножа в нужное место. Эти три действия или операции мы выполняем без участия каких-либо машин. Человек сам является двигателем и одновременно управляет движением ножа.

В таком именно положении находились наши отдалённые предки, люди, жившие в то время, когда ещё не существовало даже самых простых механизмов и приспособлений, облегчающих труд человека.

В более позднее время, когда появились первые простейшие станки, обработка того же предмета могла быть произведена, например, на ножном токарном станке.

При этом человек должен был лишь приводить в движение станок и направлять в нужное место резец, сам же резец, заменивший первобытный нож, удерживался уже не человеком, а машиной-станком. Станок являлся машиной-орудием, служащей для изготовления определённой вещи. С появлением различных двигателей их действие заменило усилие человека. Теперь таким двигателем является чаще всего электрический мотор.

На современном станке роль рабочего обычно сводится только к его управлению. Это значит, что человек в этом случае располагает уже двумя видами машин — машиной-орудием (станком) и машиной-двигателем (мотором).

Но и этим дело не ограничивается. Теперь построены такие станки, которые все операции делают «сами». Они изготовляют нужный нам предмет вообще без какого-либо участия человека. Это — станки-автоматы.

Можно сказать, что такой станок представляет собой сочетание отдельных машин трёх различных видов: машин-двигателей (моторов), машин-орудий (собственно станков) и, наконец, машин-управителей (автоматов), регулирующих работу всей сложной машины в целом.

Автоматические устройства находят себе всё бóльшее и бóльшее применение в нашей промышленности. Автоматические устройства позволяют управлять машинами предельно быстро и точно. Их работа обладает тем преимуществом, что не зависит от личных свойств человека. Автоматы резко повышают производительность машин и сокращают количество обслуживающего персонала, часто избавляя рабочих от тяжёлого физического труда.

Изучение машин-управителей, разработка теории их работы составляют существо новой науки — автоматики.

В заключение отметим, что все три вида машин исторически развивались совместно и так, что развитие одного вида машин оказывало значительное влияние на другие виды. Так, общеизвестно, что развитие машины-двигателя — от использования в качестве движущей силы мускулов человека и животных до изобретения подлинной машины-двигателя, которой явилась паровая машина,— оказало в своё время исключительное влияние на развитие машины-орудия (станка). Оба упомянутых вида

машин (двигателей и орудий) требовали создания надёжных машин-управителей, автоматов, обеспечивающих слаженную работу всей установки в целом. Совершенствование же автоматов влияло в свою очередь на облик других видов машин. Следовательно, такой процесс двигал вперёд всю машинную технику.

3. ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИКИ

Чтобы построить дом, нужны кирпичи, лес, гвозди и другой строительный материал.

При постройке любой машины, в том числе машины-управителя, применяются свои «строительные» материалы,— свои элементы. Разбирая самые различные машины, мы часто можем в них найти одинаковые составные части, отдельные элементы, из которых они составлены.

Для того чтобы понять, как работают самые разнообразные автоматические устройства в целом, нам полезно будет разобраться сначала в работе некоторых отдельных элементов, составных частей машины-управителя.

Часто автоматическое устройство имеет, как говорят, «чувствительный элемент», который без участия человека замечает все изменения, происходящие в контролируемом объекте.

Контролируемым объектом может быть, например, печь, в которой автомат должен или поддерживать постоянной или изменять определённым образом температуру; бак, в котором автомат должен поддерживать определённый уровень воды; самолёт, который должен лететь по заранее намеченному курсу вне зависимости от силы ветра, облачности, тумана.

Замеченные чувствительным элементом изменения в состоянии контролируемого объекта заставляют либо отклоняться стрелку прибора (зажигаться сигнальную лампу, звонить звонок), либо без участия человека приводят в действие мотор, передвигают руль самолёта или задвижку трубопровода. Познакомимся с такими автоматами.

Посмотрим на рис. 6. Изображённая здесь кольцеобразная трубка может быть связана, например, с поплавком, отмечающим уровень жидкости в баке. Изменение уровня жидкости в баке вызывает поворот трубки, внутри которой налита ртуть и укреплена проволока. При по-

вороте трубки бóльшая или меньшая часть проволоки будет погружаться в ртуть, а следовательно, будет изменяться электрическое сопротивление этого участка цепи.

На рис. 6 слева показано положение кольцеобразной трубки, когда электрическое сопротивление трубки является самым большим, а на рис. 6 справа — когда оно является самым малым. При этом трубка поворачивается на 180°. Всякий поворот трубки, приводящий к изменению электрического сопротивления, отмечается электроизмерительным прибором.

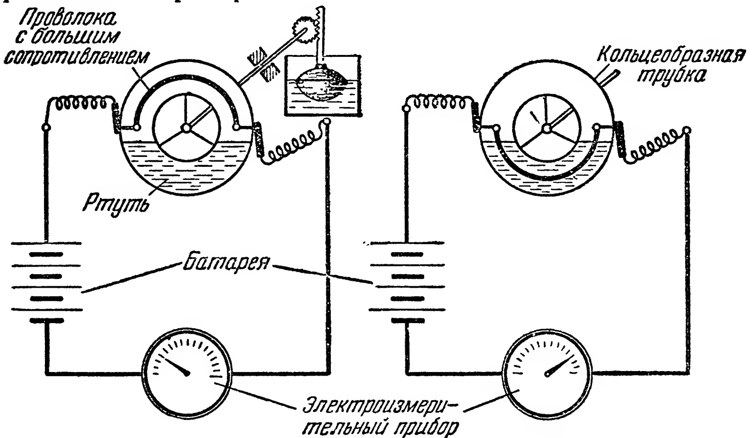


Рис. 6. Чувствительный элемент с сопротивлением, изменяющимся в зависимости от степени погружения проволочки в ртуть.

В качестве другого примера чувствительного элемента возьмём проволоку из специального материала, наклеенную, как показано на рис. 7, на испытуемый материал, например, на крыло самолёта. Крыло самолёта может подвергаться изгибу, растяжению или сжатию. При этом растяжении или изгибе крыла будет изменяться также и длина наклеенной на крыло проволоки (см. рис. 7). Изменение длины проволоки приводит к изменению её электрического сопротивления. Длина образца испытуемого материала изменяется, как видно из рис. 7, в зависимости и от величины растягивающего груза.

Электрическое сопротивление проволоки изменяется также и при изменении её температуры. Этим свойством проволоки часто пользуются при измерении температуры.

Чтобы «почувствовать» изменения в величине электрического сопротивления, последнее обычно включается в особые электрические схемы. Тогда изменение сопротивления проволоки приведёт к изменению тока, протекающего по соответствующему проводнику.

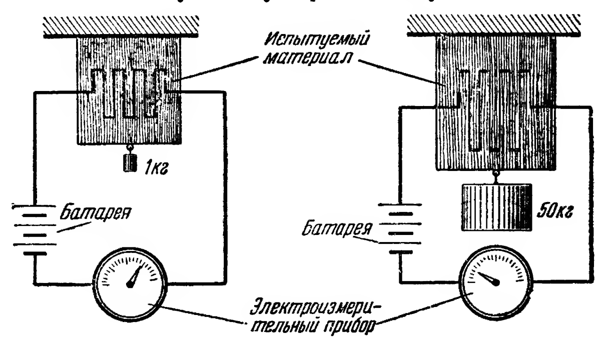


Рис. 7. Чувствительный элемент с сопротивлением, изменяющимся в зависимости от степени растяжения проволочки.

Это изменение тока может отклонить стрелки электрического прибора или заставит работать специальное устройство, называемое р е л е.

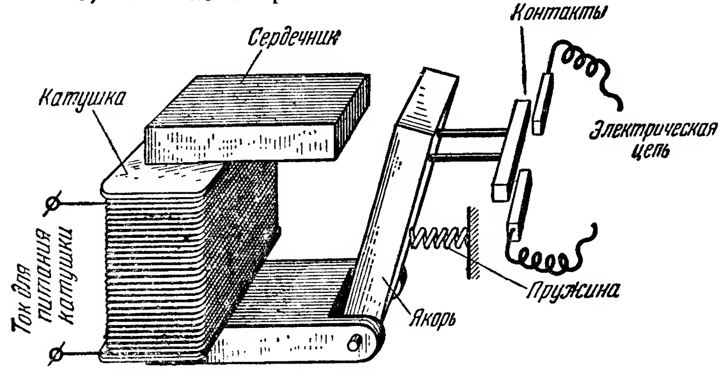


Рис. 8. Электромагнитное реле.

Р е л е бывают различных видов. На рис. 8 показан наиболее распространённый вид так называемого э л е к т р о м а г н и т н о г о р е л е. Оно работает следующим образом. Если к катушке реле подводить ток, то железный

сердечник, проходящий внутри катушки, становится магнитом, причём сила его притяжения будет тем бо́льшей, чем больше ток, протекающий через катушку. При определённой силе тока железный сердечник, преодолевая силу пружины, притянет подвижную часть (якорь) реле и тем самым разорвёт (или соединит) электрическую цепь. Таким образом, можно остановить или включить электрический мотор, электрический обогреватель или что-либо иное. Кроме электромагнитных реле, на практике встречаются также реле других видов.

Очень часто роль чувствительного элемента играет так называемый ф о т о э л е м е н т. На рис. 9 изображено два различных фотоэлемента. Слева нарисовано

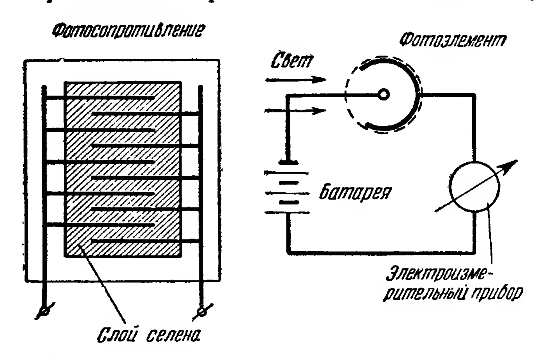


Рис. 9. Фотоэлементы двух разных типов.

ф о т о с о п р о т и в л е н и е. Этот фотоэлемент устроен так. На стеклянной пластинке укреплены две медные гребёнки, между которыми помещается специальная мастика (селен или селен-теллур). В зависимости от освещения такой пластинки изменяется электрическое сопротивление фотоэлемента.

Важную роль играют также фотоэлементы с в н е ш н и м ф о т о э ф ф е к т о м. Внешним фотоэффектом называется испускание электронов поверхностью металла под действием света. В этом фотоэлементе (на рисунке 9 справа), по внешнему виду похожем на радиолампу, под действием световых лучей появляется поток электронов, протекающих от одной пластинки, помещённой внутри лампы, к другой. Если к такой «лампе» подключить источ-

ник тока, как указано на рисунке, то величина тока в цепи будет зависеть от освещения фотоэлемента *).

Различные чувствительные элементы подают нам сигналы о том, как идёт, например, химическая реакция, плавка стали, обработка какой-либо детали. Но ведь нам нужно построить такую машину, которая бы «самостоятельно» вела процесс и исправляла все ошибки в своей работе.

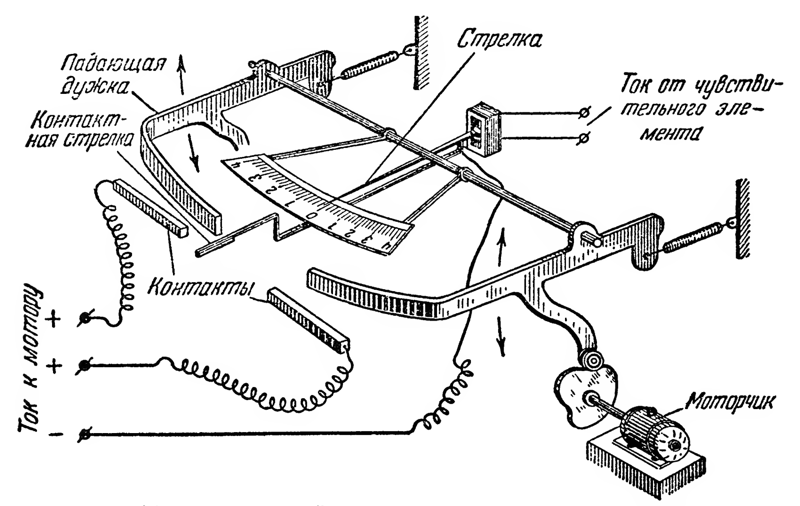


Рис. 10. Механический усилитель типа «падающая дужка»

Чувствительный элемент должен не только контролировать работу машины, но и регулировать её действие. Но как же может, например, стрелка контрольного прибора изменять ход реакции, перемещать резец станка?

Для этого сигнал чувствительного элемента, обладающий лишь малой мощностью, должен быть специально усилен и передан другим механизмам, которые и произведут необходимую работу.

В таких случаях применяются разнообразные **усилители**, составляющие промежуточную часть автомата. В роли усилителя часто используются «реле», устройство которых нам уже знакомо из рис. 8.

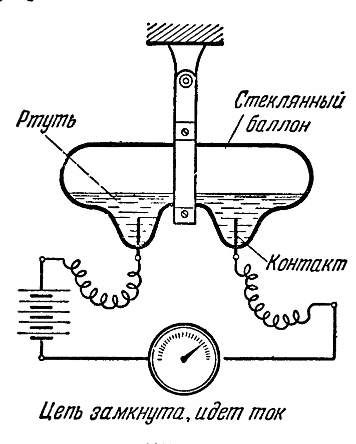
*) Более подробно об устройстве фотоэлементов можно прочитать в книжке «Научно-популярной библиотеки» Гостехиздата: В. А. Мезенцев, «Электрический глаз».

Здесь мы расскажем ещё об одном усилителе, который называется «падающая дужка». Посмотрите на рис. 10.

Представим себе, что мы строим аппарат, который должен автоматически управлять работой крупной печи. За работой печи можно следить при помощи электроизмерительных приборов. Можно сделать так, что изменение, например, температуры в печи будет вызывать отклонение стрелки электроизмерительного прибора. Вспомним об изменении сопротивления проволоки в зависимости от температуры. Предположим, что температура в печи отклонилась от нормы. Чтобы сделать температуру в печи нормальной, нужно изменить соответствующим образом количество подводимого к ней тепла, например, увеличить или уменьшить количество сжигаемого в печи топлива. Для того чтобы это сделать, нужно приложить значительное усилие, которое нельзя получить от стрелки прибора. На помощь стрелке в этом случае приходит усилитель. Работает он так. Пусть при нормальной температуре стрелка прибора стоит посредине дужки. Как только стрелка прибора отклонится от нормального положения, что произойдёт при изменении температуры, «падающая дужка» (которая благодаря работе особого маленького моторчика всё время качается, то-есть перемещается вверх и вниз) прижмёт стрелку к одному из двух электрических выключателей — контактов (в качестве таких выключателей применяются обычно так называемые «ртутные выключатели», о которых мы расскажем ниже). Если температура в печи увеличится, то стрелка отклонится к правому выключателю, если уменьшится — к левому выключателю. Дужка, прижимая стрелку к выключателю, пускает в ход большой мотор (на рис. 10 он не показан). Этот электрический мотор произведёт нужную работу и изменит надлежащим образом количество тепла, подводимого к печи. Температура в печи снова станет нормальной. При этом стрелка прибора вновь возвратится в среднее положение. Мотор остановится и останется неподвижным до тех пор, пока температура печи снова по каким-либо причинам не изменится. Тогда действие усилителя повторится.

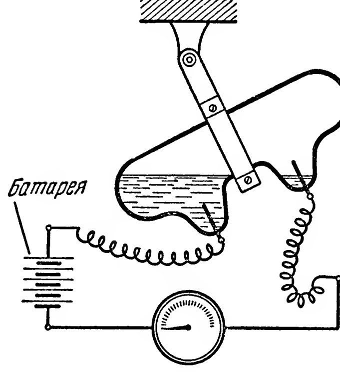
В автоматических устройствах, как мы уже сказали, часто применяются ртутные выключатели. Один такой выключатель показан на рис. 11.

«Ртутный выключатель» представляет собой стеклянный баллончик, имеющий два углубления. Баллончик заполнен ртутью. В каждом из углублений баллончика укреплены металлические проволочки, называемые контактами. Эти проволочки соединяют электрическую цепь, например так, как показано на рис. 11. Баллончик может легко поворачиваться вокруг оси (хотя бы под действием стрелки прибора и «падающей дужки»).



Цепь замкнута, идет ток

При горизонтальном положении ртутного выключателя цепь батареи оказывается замкнутой, и по цепи течёт ток. При наклонном положении включателя цепь размыкается. Поворачивая такой выключатель, мы тем самым будем включать и выключать ток в нужной нам цепи. А если использовать при этом ещё и реле (как усилитель), то можно заставить работать или, наоборот, остановиться большие электрические моторы.



Цепь разомкнута, тока нет

Рис. 11. Ртутный выключатель.

Таким образом чувствительный элемент, следящий за работой машины, может не только подавать нам сигналы о её состоянии (светом, звуком, автоматической записью), но и (обычно с помощью усилителя) может «сам» остановить такую машину или исправить неточности в её работе. Чтобы автоматически изменять работу машины, служат исполнительные механизмы, которые исполняют «приказания» чувствительных элементов. Такими механизмами могут служить всевозможные выключатели, вспомогательные моторы, реостаты, вентили, задвижки и т. д.

Часто бывает необходимо на производстве считать или число изготовленных деталей, или количество сырья, или что-либо подобное. Для примера расскажем, как производится автоматический подсчёт числа каких-либо деталей. Проходя по конвейеру мимо электрических контактов, деталь замыкает их на короткое время. При этом включается ток, идущий в электромагнитное реле, которое при помощи специальной тяги, связанной с якорем реле, поворачивает на один зубец храповое колесо (рис. 12).

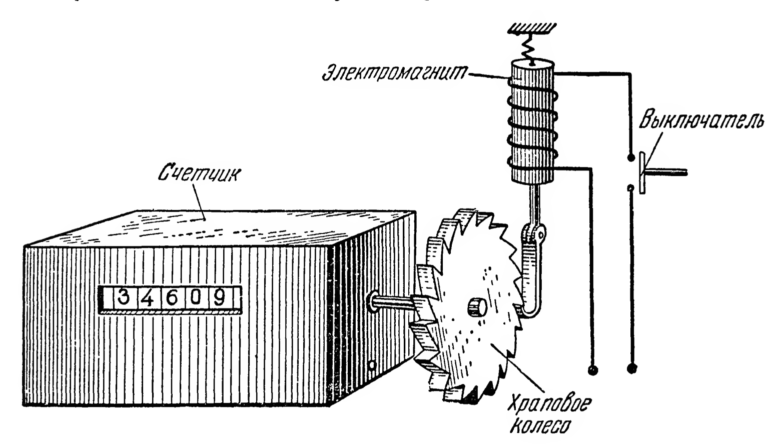


Рис. 12. Электромагнит со счётчиком.

Храповое же колесо соединено с механическим счётчиком. В счётчике десять оборотов первого диска вызывают один оборот второго диска, а десять оборотов второго — один оборот третьего диска и так далее. Таким образом, по цифрам, нанесённым на эти диски, можно судить о числе деталей, прошедших мимо прибора.

Мы познакомились лишь с некоторыми из типовых элементов, которые входят в состав современных автоматов. Вообще же различных элементов, применяемых в автоматических устройствах, очень много. Поэтому о многих из них мы не можем здесь рассказать.

Применение тех или иных элементов в автоматических устройствах и их различных сочетаний открывает большие возможности для творческой фантазии конструкторов, работающих в этой увлекательной области.

Некоторые «типовые постройки», то-есть конструкции различных автоматов из такого рода элементов, мы и рассмотрим в следующих разделах этой книги.

4. АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Приборы, производящие автоматический контроль, очень распространены. Такие приборы автоматически, без участия человека, производят измерение и проверку различных процессов. В соответствующих случаях, основываясь на показаниях прибора, человек может принимать то или иное решение.

Эти автоматы, когда требуется, ведут запись хода процесса, или подают световой и звуковой сигналы о его состоянии, или же учитывают расход сырья, количество сделанной продукции, сортируют те или иные изделия.

Устройство таких автоматов весьма разнообразно. Они работают на основе законов механики, оптики, электротехники. Однако чаще всего применяют электрические устройства, поскольку они имеют целый ряд достоинств — быстроту действия, малый размер и вес. Электрической схемой легко связать между собой отдельные составные части прибора, хотя бы и удалённые друг от друга на большие расстояния. Здесь мы расскажем о некоторых распространённых автоматах, при помощи которых осуществляется автоматический контроль различных процессов.

Придя в цех большого завода, где изготовляются шарикоподшипники, вы можете увидеть интересную картину. Из загрузочного бункера необычайно быстро поступают на конвейер один за другим шарики, а затем проваливаются то в одно, то в другое отверстие. Эта сортировка шариков по их размерам идёт со скоростью нескольких тысяч штук в час, автоматически, без участия человека. Для выполнения такой операции потребовалось бы иметь несколько тысяч специальных контролёров. Но здесь её производят лишь четыре-пять автоматических контролёров. Один из таких контролёров показан на рис. 13.

Если шарик, поступающий на конвейер, больше, чем требуется, он задевает за конец рычага. Этот рычаг освобождает пружинную защёлку, закрывающую браковочное отверстие, и под действием собственного веса шарик проваливается в коробку для брака. Если же размеры

шарика не превышают заданных, то шарик не заденет за рычаг, пружинная защёлка останется закрытой, шарик пройдёт дальше и провалится уже в следующее отверстие, предназначенное для годных изделий. Подобным образом производится контроль и минимальных размеров шариков.

Многие видели, очевидно, интересные «автоматы-продавцы» в магазинах, метро и на железных дорогах. Как же работают эти автоматические продавцы?

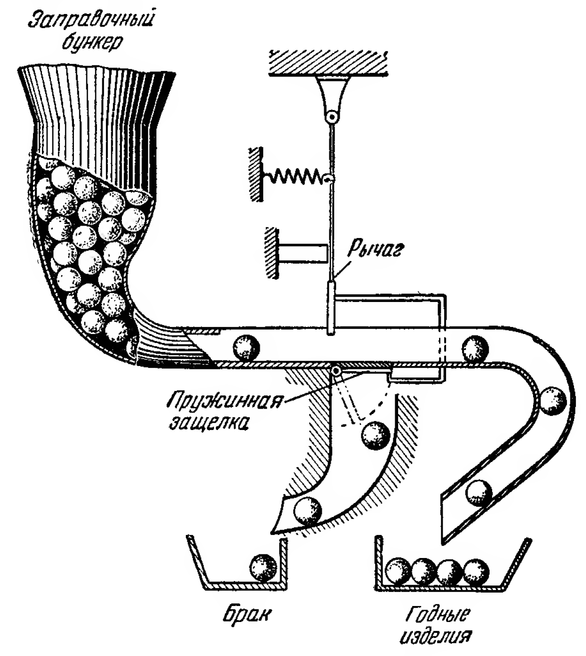


Рис. 13. Автомат контроля размеров.

Допустим, что вы должны опустить в автомат двадцатикопеечную монету и получить в обмен нужный вам товар или билет. Для этого размеры входной щели делаются точно равными размеру опускаемой монеты. Следовательно, большие монеты туда не пройдут, но могут пройти меньшие. Поэтому автомат должен отделить меньшие монеты от требуемых. Монета после опускания её в щель катится по узкой наклонной плоскости с продольной щелью, ширина которой чуть меньше толщины требуемой

монеты. Поэтому все более тонкие монеты проваливаются в эту щель.

Далее, по краям наклонной плоскости сделаны специальные перила, которые направляют движение катящейся монеты. Перила подняты на такую высоту, что всякий диск с меньшим, чем у монеты диаметром, сваливается в сторону. Так автомат производит контроль размеров. Но допустим, что в автомат вложен диск, по размерам совпадающий с монетой. В этом случае действует дополнительный контроль качества монеты — проверка материала, из которого она сделана.

Прежде всего железные диски по дороге в копилку удаляет особый магнит. Кроме того, дорожка, по которой катится монета, имеет разрыв. Через эту «пропасть»

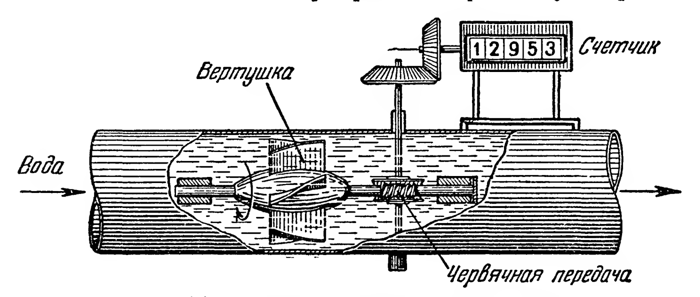


Рис. 14. Автомат контроля расхода воды.

монетка должна перепрыгнуть. Для этого на её пути помещается стальной гладко отполированный цилиндрик, о который монета при своём движении ударяется и подпрыгивает. Если диск является полноценной монетой, то он подпрыгивает и попадает в точно отведённое ему место. Если же диск сделан из меди, свинца, латуни, то он не сможет перепрыгнуть через «пропасть». Так устроен один из автоматов, производящий контроль как размеров, так и качества материала. На рис. 14 изображён часто применяющийся автомат-счётчик для учёта расхода воды.

Здесь протекающая по трубе жидкость вращает вертушку. Число оборотов вертушки должно быть тем бо́льшим, чем больше протечёт воды по трубе. Это число оборотов учитывается с помощью упомянутого выше счётчика, по показаниям которого легко определить количество протекшей воды.

Для автоматического контроля часто применяются фотоэлементы. С их помощью можно производить учёт числа штук изделий, идущих по конвейеру, выполнять автоматическую резку этикеток, производить сортировку различных материалов в зависимости от их цвета и качества обработки *).

Вот как работают некоторые из этих автоматов.

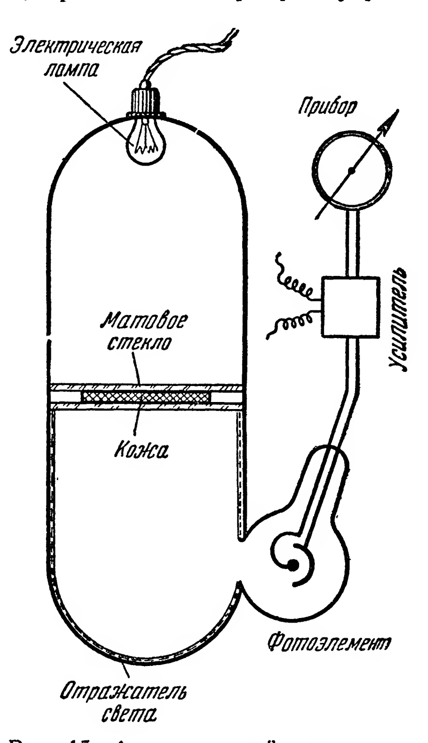


Рис. 15. Автоматический измеритель площадей.

Для измерения площади поверхности материалов, имеющих сложную форму, например, для измерения площади кожи на обувных фабриках, её помещают в специальный резервуар (рис. 15), нижняя часть которого представляет собой зеркало, отражающее световые лучи, идущие от лампы, поставленной в верхней половине резервуара. Кожа зажимается между двумя матовыми стёклами. В зависимости от величины кожи, закрывающей матовое стекло, изменяется освещённость нижней половины резервуара. Часть светового потока, отражённого зеркалом, попадает на фотоэлемент, помещённый сбоку в нижней половине резервуара, и тем самым вызывает изменение тока в электрической цепи. Этот ток воспринимается прибором, по показаниям которого можно судить о величине площади кожи.

*) О применениях фотоэлементов в различных автоматических устройствах смотри также книжку «Научно-популярной библиотеки» Гостехиздата: С. Д. Клементьев, «Зоркий помощник».

В целом ряде случаев, например в химических производствах, приходится измерять прозрачность той или иной

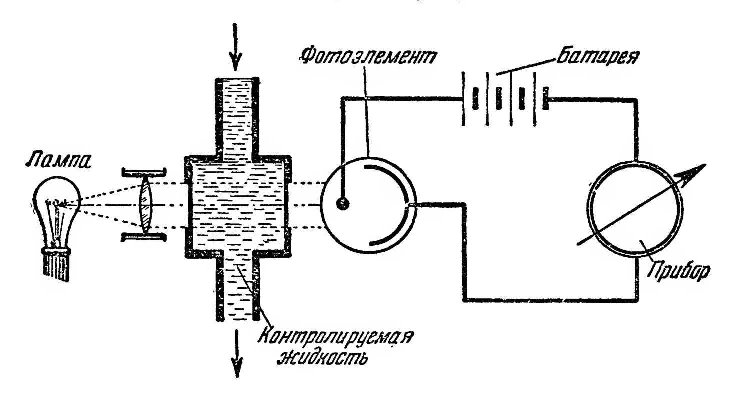


Рис. 16. Схема контроля прозрачности жидкости.

жидкости. Это может быть сделано с помощью устройства, приведённого на рис. 16. В зависимости от прозрачности жидкости изменяется световой поток, падающий на фотоэлемент, что вызывает изменение показаний прибора.

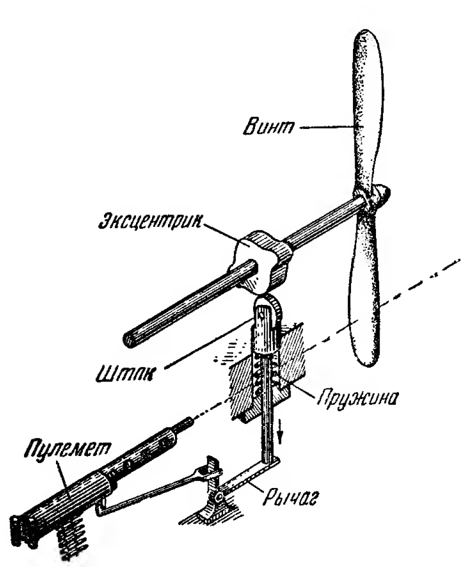


Рис. 17. Схема устройства, позволяющего стрелять через винт самолёта.

Аналогичным образом работает прибор для контроля толщины проволоки, которая протаскивается сквозь световое оконце и изменяет его размеры, а тем самым и световой поток, поступающий к фотоэлементу.

На рис. 17 показано устройство, позволяющее стрелять из пулемёта через самолётный винт. На оси винта

самолёта имеется выступ (эксцентрик). Когда винт при своём вращении занимает такое положение, что не преграждает полёта пули, выступ нажимает на толкатель (шток), который в свою очередь через рычаг воздействует на спусковой крючок, и пулемёт стреляет. В том же случае, когда винт мешает полёту пули, выступ не нажимает на толкатель и пулемёт не может выстрелить.

На нашем рисунке этот автомат изображён в несколько упрощённом виде. На самом деле толкатель и пружина располагаются так, чтобы не мешать стрельбе.

5. АВТОМАТЫ ЗАЩИТЫ

На сцену, где были размещены какие-то приборы, вышел лектор.

— В баке, который стоит на столе,— начал лектор,— налит бензин. Лучшее средство вызвать пожар — это бросить туда спичку. Сейчас я это и сделаю. — Он быстро зажёг спичку и бросил её в бак. Из бака вырвалось большое пламя, но затем что-то зашипело и пламя погасло.

— Что такое?—сказал лектор и зажёг вторую спичку.

— Это опасно, не надо этого делать, — послышалось из зала.

Но лектор неумолимо повторил тот же опыт. Опять вырвалось пламя из бака и опять что-то помешало развиться пожару.

— Не правда ли, кто-то упорно мешает мне сделать пожар?— сказал лектор.

Так начиналась одна из лекций, призванная показать силу одного из возможных автоматов защиты.

Зная, как работает фотоэлемент, понять сущность такого опыта чрезвычайно просто. Как только пламя и дым, вырвавшись из бака, пересекают создаваемый особым осветителем луч света, падающий на фотоэлемент, включается известное уже нам реле. Реле включает кран баллона с углекислым газом, и последний гасит пожар.

Естественно, что на практике в промышленности довольно часто применяются автоматы, предохраняющие от пожара. Некоторые из них устроены очень просто.

Так, в ряде производств — бумажных, текстильных и других — применяются следующие противопожарные

автоматы. По потолку охраняемого от пожара помещения проводится ряд труб, снабжённых ответвлениями и заканчивающихся специальными форсунками, то-есть распылителями. Если в помещении начинается пожар, то легкоплавкие вставки, закрывающие выходные отверстия форсунок, нагреваются и плавятся; включаются насосы, и потоки воды устремляются в горящее помещение. Так было спасено от пожара не одно здание.

В быту многие пользуются электрическими предохранителями, работа которых основана на этом же свойстве металла плавиться при нагревании. Эти предохранители, или, как их часто называют, «пробки», охраняют электрическую сеть от слишком большого тока. Такой ток вызывает большой нагрев электрических проводов, что может привести к пожару. Маленькие скромные автоматы защиты играют, таким образом, большую роль в нашей повседневной жизни.

При работе ряда машин, особенно таких, как турбины, электрогенераторы, осевые компрессоры и насосы, возникает опасность, что скорость вращения некоторых деталей увеличится до недопустимых значений. Это может произойти при резком сбросе нагрузки (например, при авариях).

При чрезмерной скорости вращения каких-либо частей машины в них возникают недопустимо большие центробежные силы, вызывающие их разрушение. Для предотвращения таких разрушений машина снабжается очень простым и надёжным устройством, приведённым на рис. 18.

Во вращающийся вал машины, в котором сделаны отверстия, вставляются грузы. Грузы удерживаются в этом отверстии пружиной. Если число оборотов машины перейдёт допустимый предел, то центробежная сила настолько возрастёт, что пружина уже не сможет удерживать грузы в отверстиях, они выйдут из своих углублений и заденут за особый крючок. Последний заставит работать тормозной механизм или реле, которое через вспомогательное устройство моментально прекратит подачу энергии к машине и тем самым остановит её.

Общеизвестно, что для обеспечения нормальной работы многих машин требуется непрерывная смазка. Для того чтобы предохранить выход машины из строя по причине недостатка смазки, применяют автомат, показанный

на рис. 19. При протекании масла по трубопроводу в достаточном количестве особый поплавок, находящийся внутри трубы, всплывает и поворачивается вокруг ушка, с помощью которого он прикреплён к трубе. Внутри такого поплавка помещён ртутный выключатель описан-

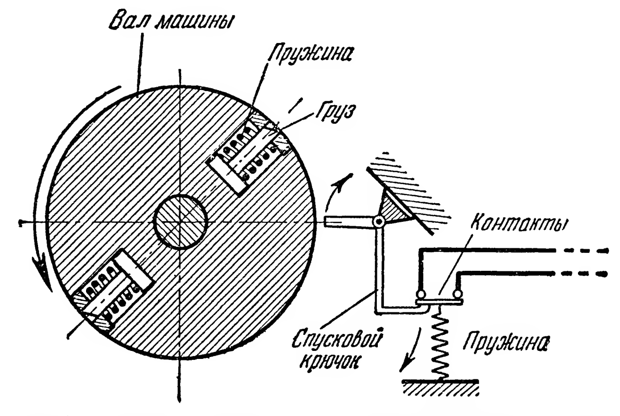


Рис. 18. Автомат защиты для предохранения от повышенных оборотов машины.

ного выше типа. Выключатель жёстко скреплён с поплавком. В силу этого, когда поплавок всплывает, ртуть не замыкает (не соединяет) контакты выключателя.

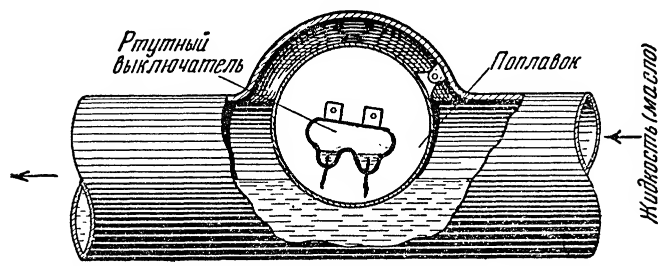


Рис. 19. Автомат защиты, предохраняющий от прекращения смазки.

Когда же подача масла прекратится, поплавок под влиянием силы тяжести опустится вниз, в результате чего ртутные контакты замкнутся. Это значит, что электрическая цепь, в которую включён ртутный контакт, окажется также замкнутой и по ней потечёт ток.

Это вызовет, как говорят, «срабатывание» описанного нами ранее реле. Подвижная часть реле (якорь) переместится и через вспомогательные механизмы немедленно остановит машину, находящуюся в опасности.

Весьма благородную роль выполняет автомат защиты, предохраняющий рабочего, работающего на прессе.

При работе пресса имеются опасные места, случайное нахождение в которых может вызвать увечье рабочего.

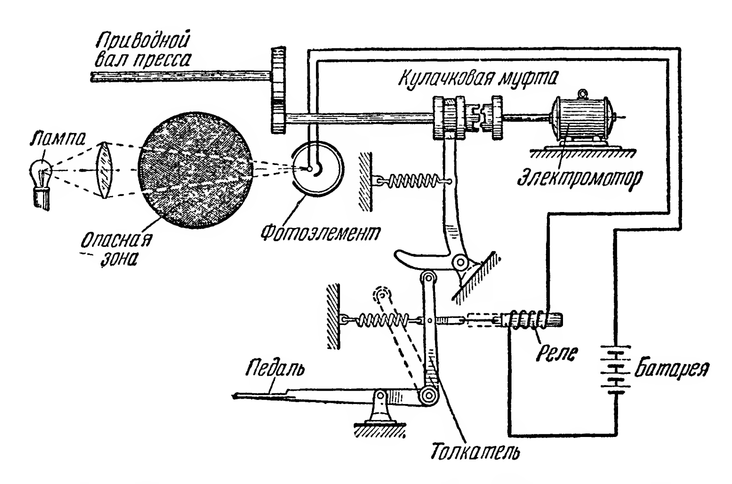


Рис. 20. Схема защитного устройства при работе на прессах.

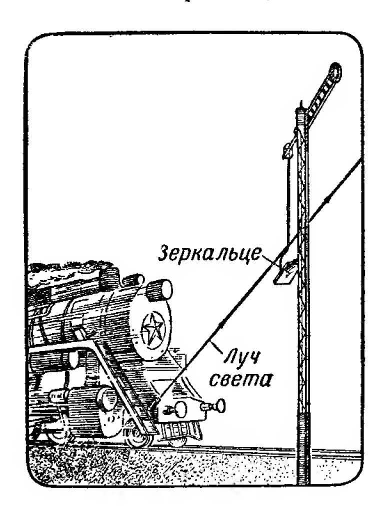
Для того чтобы избежать несчастных случаев, применяют особое автоматическое устройство, схема которого показана на рис. 20.

Мы видим, что луч света от лампочки проходит через опасную зону и попадает на фотоэлемент. При этом по катушке реле протекает ток, и управляющий работой пресса толкатель удерживается в вертикальном положении. Если рабочий нажмёт на пусковую педаль, кулачковая муфта будет сцеплена и электрический мотор, приводящий в действие пресс, окажется включённым.

Если же рабочий случайно попадёт в опасную зону, то он загородит свет, падающий на фотоэлемент. Тогда по катушке реле ток не будет протекать. Благодаря этому

пружина переместит толкатель в крайнее левое положение. В результате кулачковая муфта разъединится и пресс остановится. Тем самым рабочий будет защищён от несчастного случая.

Наконец, рассмотрим автомат, который сам производит остановку поезда, если машинист не заметил закрытого семафора (рис. 21). Работает такой паровозный автомат следующим образом. Осветительная лампа, находящаяся на паровозе, с помощью призмы направляет свой



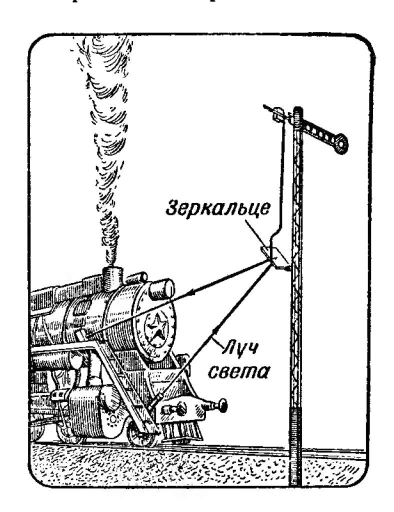


Рис. 21. Схема автостопа на железной дороге.

пучок света через выходные отверстия прибора под определённым углом. Если путь свободен, то такой пучок света не оказывает действия на движение поезда. Если же семафор закрыт, то зеркало, связанное с его крылом, отражает луч, посланный лампой. Этот луч попадает через другое отверстие защитного аппарата на фотоэлемент, установленный на паровозе. Под действием фотоэлемента срабатывает реле, включающее тормоза. Поезд останавливается.

Много автоматов защиты устроено так, что рабочий не может сделать неправильной операции. Так, например, в ряде случаев нельзя включить рубильник или особый

большой масляный выключатель электрической сети, если эта сеть заземлена или ремонтируется.

Различных автоматов защиты, применяемых на практике, очень много, и все они приносят большую помощь человеку в его работе.

6. ТЕЛЕМЕХАНИКА

Представьте себе, что мы находимся на диспетчерском пункте объединения электрических станций. Здесь сосредоточено управление многими сотнями машин и сложной электрической сетью. На щите, находящемся перед диспетчером, расположена какая-то удивительная картина, состоящая из светлых и тёмных полосок, кружочков, квадратиков и приборов.

Кое-где эта картина украшена красными или зелёными светящимися точками.

Вдруг на этом щите погас белый световой кружок, зажглась контрольная красная лампочка и зазвенел звонок. Диспетчер нажал кнопку, и красная лампочка погасла. Что же происходит на диспетчерском пункте?

Перед диспетчером расположена так называемая мнемоническая схема, которая условно изображает всю электрическую систему. Белые световые полоски соответствуют электрическим линиям, кружочки и квадратики изображают электрические генераторы и большие выключатели. Если эти полоски и кружочки светятся, то линии и генераторы находятся в работе. Если погасли, то они не работают.

Когда погас белый световой кружочек, диспетчер узнал, что отключился электрический генератор и напряжение в сети упало, — об этом тревожно предупреждали красная лампочка и звонок. Нажатием кнопки диспетчер включил резервный генератор. Напряжение восстановилось. Электростанция продолжает работать нормально.

Диспетчер может наблюдать и за работой других установок — паровых котлов, турбин, насосов и т. п., состояние которых показывают своя мнемоническая схема (см. верх рис. 22) и различные приборы (см. низ рис. 22).

Так, находясь у щита на диспетчерском пункте, один человек управляет работой огромной электрической системы, распределяя электроэнергию по многим заводам,

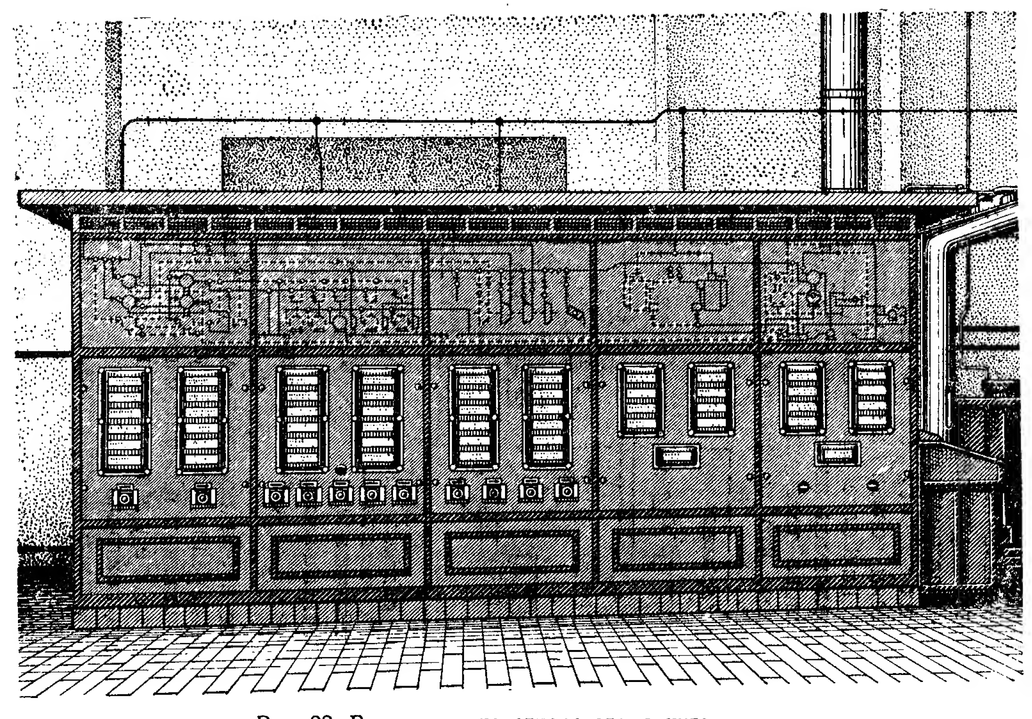


Рис. 22. Вид щита диспетчерского пункта.

железным дорогам, освещая улицы и жилые дома. Как это делается? Наш диспетчер управляет станцией при помощи средств телемеханики.

Под телемеханикой принято понимать совокупность разнообразных устройств, с помощью которых можно управлять автоматизированными машинами, контролировать их работу на расстоянии и поддерживать автоматически связь между какими-либо пунктами. Примером наиболее известного телемеханического устройства являются автоматические телефонные станции.

Само слово телемеханика происходит от греческого слова «теле», что означает «далеко».

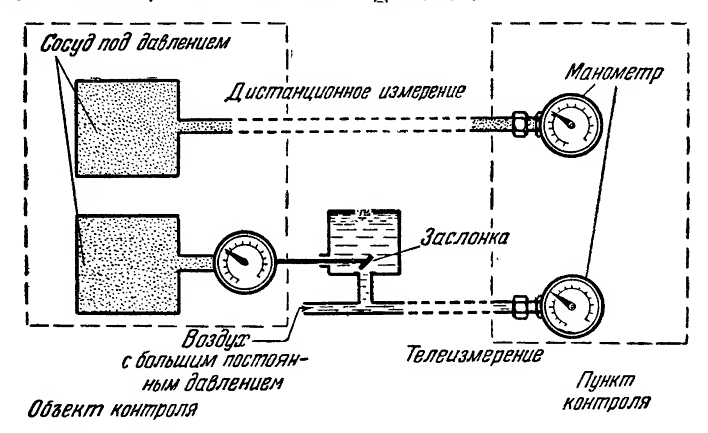


Рис. 23. Принципиальная схема дистанционного измерения и схема телеизмерения.

В наше время построено много различных устройств как для измерения, так и для управления на больших расстояниях или, как говорят, систем, телеизмерения и телеуправления. Обычно пункт управления или контроля связан с машинами электрическими проводами, реже — трубками, заполненными маслом, водой или воздухом. Иногда для управления машинами на расстоянии используются радиосигналы, а иногда применяются особые способы связи (как, например, связь с помощью невидимых инфракрасных лучей).

Наиболее простой способ измерения на расстоянии изображён на рис. 23. При помощи манометра, соединён-

ного длинной трубкой с сосудом (верхний рисунок), можно измерять давления в сосуде на расстоянии нескольких десятков метров. В этом случае давление газа в сосуде без каких-либо преобразований воздействует прямо на измерительный прибор. Такой способ измерения называется обычно дистанционным.

Но если расстояние достигает сотен метров и больше, то таким простым способом мы не сможем получить правильного значения давления, имеющегося в контролируемом сосуде. В этом случае измеряемая величина, то-есть давление газа в сосуде, при прохождении по каналу связи оказывается недостаточной для воздействия на прибор, так как всё давление будет тратиться на преодоление сопротивления длинной трубки связи.

Поэтому измеряемая величина для обеспечения надёжных показаний прибора несколько преобразуется или усиливается. На рисунке 23 внизу показано, что измеряемое давление действует лишь на лёгкую заслонку воздушного усилителя. Открывая и закрывая такую заслонку, мы изменяем давление мощного вспомогательного воздушного потока. А этот поток уже в свою очередь действует на манометр с усилием, пропорциональным значению измеряемого в сосуде давления. Такое преобразование измеряемой величины для того, чтобы удобнее было передать её на большое расстояние, обычно и применяется в телеизмерении и является его характерной чертой, причём чаще всего измеряемая величина преобразуется в электрическую величину (ток, напряжение и т. п.).

Для того чтобы передавать сигнал на очень большие расстояния, достигающие нескольких десятков и сотен километров, например, в электрических сетях или при управлении с земли летящим самолётом, применяются, как правило, или электрические провода или радиосвязь.

В практике измерений на расстоянии часто применяются устройства, подобные приведённому на рис. 24.

Измеряемая величина, в данном случае уровень жидкости, при помощи поплавка, действует на положение ротора, то-есть на подвижную часть специальной электрической машины, которая называется сельсином.

Первый сельсин, называемый датчиком, связан электрической цепью со вторым, называемым приёмником. Поворот ротора на датчике вызывает поворот на тот же угол

ротора приёмника. К валу же ротора сельсина-приёмника присоединяется обычно стрелка указательного прибора.

Такое устройство, производящее не измерения, а какие-нибудь рабочие операции (например, поворот руля корабля), называют электрическим валом, и оно находит широкое применение в автоматике и телемеханике. Рассмотрим несколько примеров практического применения устройств измерения на расстоянии. Контроль

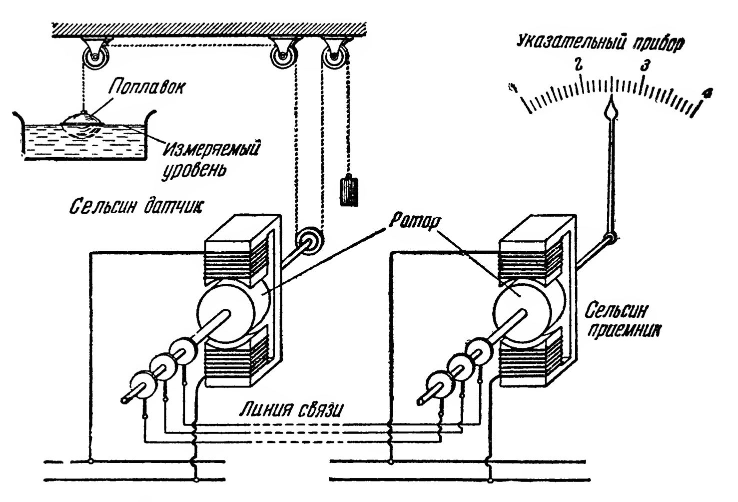


Рис. 24. Схема телеизмерения на сельсинах.

и измерение на расстоянии, осуществляемые по проводам, особенно распространены в электрических сетях и станциях, а также на железных дорогах. В этих случаях в энергосистемах измеряют значение вырабатываемой электростанцией мощности напряжения в разных местах сети, давления пара в котлах и многое другое; на железных дорогах — положение стрелок и семафоров.

Во время плавания в незнакомых водах морякам очень важно знать глубину моря. Вблизи берегов всегда велика опасность наскочить на подводный камень или сесть на мель. Раньше для измерения глубины моря нужно было спускать за борт лот, что требовало много времени и сил.

В наше время на кораблях устанавливают особое устройство — **эхолот**, который «сам» непрерывно измеряет глубину, даёт сигналы в случае приближения к мели и может автоматически наносить на бумагу очертания дна под кораблём.

При этом с корабля специальным прибором посылаются ультразвуковые сигналы очень большой частоты (30 000 и более колебаний в секунду). Звуковые сигналы, дойдя до дна, отражаются от него и улавливаются приёмным устройством, находящимся на корабле. При этом точно определяется время посылки сигнала прибором, установленным на судне, и время его приёма. Тогда, зная скорость прохождения звука в воде (равную в среднем 1500 метрам в секунду), легко определить глубину моря в данном месте.

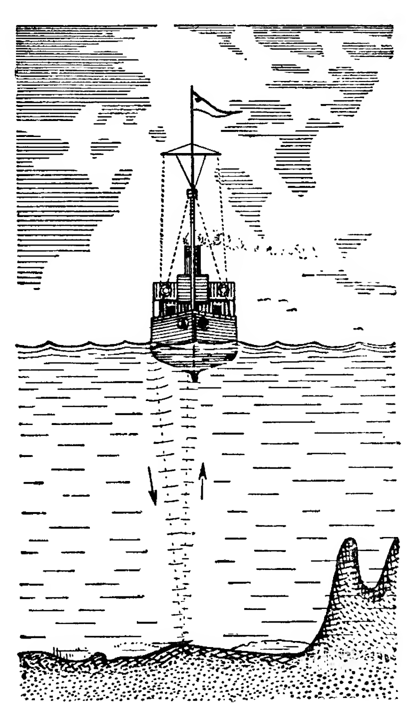


Рис. 25. Схема действия эхолота.

По этому же принципу построены измерители высоты полёта самолёта, так называемые **радиоальтиметры**. Только в этом случае вместо звуковых волн посылаются радиоволны. С помощью аналогичного радиоальтиметра, работающего на принципе радиолокатора, несколько лет назад было измерено точное расстояние от Земли до Луны. При помощи мощного радарного радиопередатчика был послан на Луну радиосигнал, который через 2, 5 сек., отразившись от Луны, пришёл обратно и был воспринят земным радиоприёмником. Зная скорость распространения радиоволн и время путешествия сигнала, можно было

определить расстояние от Земли до Луны. За время 2,5 сек. луч успел пройти сотни тысяч километров.

Широкое распространение в метеорологии — науке о предвидении погоды — в настоящее время получили небольшие воздушные шары, наполненные водородом. Шары снабжены метеорологическими приборами, радиопередатчиком и парашютом. На различных заданных высотах радиопередатчик передаёт на землю показания метеорологических приборов (преобразованные в электрические токи). На некоторой высоте шар лопается (на большой высоте воздух разрежён, а давление внутри шара остаётся большим), после чего раскрывается парашют, на котором и спускаются на землю в целости все приборы. Такие устройства называются р а д и о з о н д а м и, они играют большую роль в метеорологической службе.

Для этих же целей служат а в т о м а т и ч е с к и е р а д и о м е т е о р о л о г и ч е с к и е с т а н ц и и, устанавливаемые в труднодоступных местах, например, на северных островах, высоко в горах. В течение многих месяцев приборы, находящиеся на метеорологической станции, автоматически подают сигналы о состоянии погоды в данном месте.

Весьма широкое практическое значение из устройств телемеханики имеют также системы т е л е у п р а в л е н и я, которые позволяют на значительном расстоянии производить включение, выключение, замедление и ускорение тех или иных процессов. Например, они позволяют открывать и закрывать шлюзы каналов, останавливать и пускать электрические генераторы, моторы. Причём наиболее существенным моментом для таких систем является то, что с помощью особых устройств, так называемых с е л е к т о р о в, можно управлять по одному каналу связи несколькими машинами поочерёдно или сразу.

Посмотрим теперь, как работают устройства телеуправления.

Простейший пример устройства телеуправления изображён на рис. 26. Здесь нажатием пусковой кнопки на пункте управления (диспетчерском пункте) включается реле, которое и запускает электрический мотор, приводящий в действие, например, насос или какие-либо другие машины. Выключение кнопки приводит к остановке мотора. Такой способ управления часто называют также д и с т а н ц и о н н ы м у п р а в л е н и е м.

Если расстояние между пунктом управления и управляемыми объектами большое, например достигает нескольких десятков и сотен километров, то делать отдельные линии связи, соединяющие каждую управляемую машину и пункт управления между собой, становится сложным и дорогим.

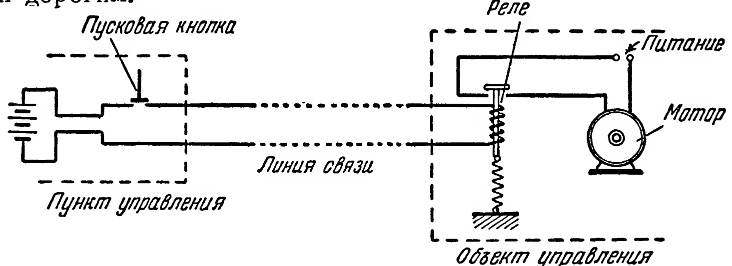


Рис. 26. Схема дистанционного управления.

В таких случаях применяют методы селекции, позволяющие, как говорилось, по одному и тому же каналу связи управлять несколькими машинами.

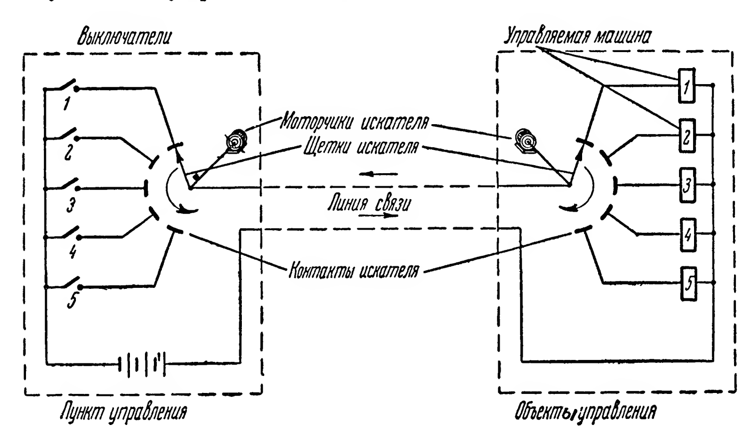


Рис. 27. Принцип селекции в телеуправлении.

Одна из распространённых схем селекции приведена на рис. 27. В этом случае на пункте управления помещается столько выключателей, сколько имеется управляемых машин. Каждый выключатель одним своим зажимом свя-

зан с электрической батареей, а другим — с плоским контактом. По контактам, расположенным по кругу, перемещается подвижная «щётка» переключателя — искателя. Щётка приводится во вращение маленьким электромоторчиком и как бы «шагает» от одного контакта к другому. Поэтому такое устройство принято называть ш а г о в ы м   и с к а т е л е м. Такой же искатель находится у объектов управления, причём его щётка вращается точно с такой же скоростью и в той же последовательности проходит контакты, как и щётка искателя поста управления. Замкнув нужный выключатель, мы тем самым создадим в момент прохождения щётки по соответствующему контакту замкнутую электрическую цепь, и по ней пройдёт ток, который может с помощью, например, уже известного нам реле включить или выключить электромотор или какую-либо другую машину. Таким образом, мы можем управлять по одной линии связи несколькими машинами. С помощью современных средств автоматики и телемеханики можно передавать по одному проводу более 400 команд одновременно. К числу современных быстродействующих элементов телемеханики следует отнести э л е к т р о н н о-л у ч е в о й   п е р е к л ю ч а т е л ь, работа которого похожа на работу шагового искателя, но в нём роль щётки играет поток электронов, вращаемый с большой скоростью вращающимся магнитным полем *). Устройства телеуправления в настоящее время находят себе всё большее применение. Так, например, на одном из участков электрифицированной железной дороги Московского узла нет ни стрелочников, ни сигнальщиков. На этом участке, протяжённостью в 65 километров, всем движением поездов управляет при помощи телемеханических устройств один человек — диспетчер, сидящий за пультом в Москве. Он переводит стрелки и управляет входными и выходными семафорами, действуя рукоятками, расположенными на его щите. Так как командование движением находится в руках одного человека, то он имеет возможность хорошо его регулировать, сокращая до минимума ненужные стоянки, увеличивая пропускную способность дороги и безопасность движения.

---

*) Об электронно-лучевых трубках можно подробнее прочитать в книжке «Научно-популярной библиотеки» Гостехиздата: К. А. Г л а д к о в, «Дальновидение».

Практическим примером, показывающим, как телемеханическое устройство может быть использовано для управления движением корабля по радио, служит схема, приведённая на рис. 28.

Сигналы управления, поступающие от радиопередатчика, установленного на берегу, воспринимаются радиоприёмным устройством, расположенным на управляемом

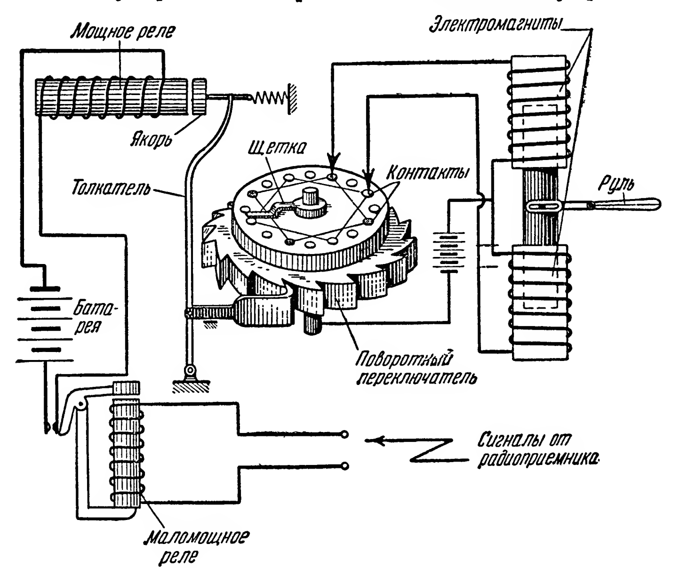


Рис. 28. Схема управления кораблём по радио.

корабле, находящемся в море. Сигналы, воспринятые радиоприёмником, воздействуют на маломощное реле, которое в свою очередь управляет более мощным реле. Это реле через толкатель, присоединённый к его якорю, воздействует на зубцы поворотного переключателя, имеющего три группы контактов. Две из них (на чертеже показаны в виде тёмных и светлых кружков) связаны между собой и присоединены к катушкам больших электромагнитов, а третья группа контактов является холостой.

Когда на радиоприёмное устройство поступает радиосигнал, переключатель поворачивается на один зубец. Щётка при этом скользит по контактам и останавливается на одном из них.

В зависимости от того, к какой группе относится этот контакт, будет включена та или иная цепь электромагнитов. Если ток протекает по обмотке верхнего электромагнита, железный сердечник передвинется вверх, так как он втянется внутрь верхней катушки. Если ток потечёт по нижней катушке, сердечник двинется в обратную сторону.

Как видно из рисунка, благодаря движению этого сердечника будет поворачиваться руль, управляющий движением корабля.

Если щётка переключателя будет стоять на холостом контакте, то руль будет находиться в среднем положении и корабль будет двигаться прямолинейно.

На этом же принципе в настоящее время может быть основано управление летающими снарядами и ракетами, находящимися от поста управления на расстоянии многих десятков и даже сотен километров.

В качестве ещё одного примера устройства телеуправления можно назвать устройства, применяемые на некоторых противопожарных станциях.

При подаче на такую станцию сигнала о пожаре автоматически, посредством специального реле, заводятся моторы пожарных автомобилей, что в несколько раз сокращает срок готовности пожарной команды к выезду.

7. СЛЕДЯЩИЕ АВТОМАТЫ

Цех большого завода. В цехе установлены станки. Подойдя к одному из них, можно видеть весьма удивительную картину: станок «глядит» на чертёж и «сам» по чертежу фрезерует сложную деталь.

Такое автоматическое устройство может быть отнесено к группе следящих автоматов.

Понять, как работает следящее устройство, нетрудно, если рассмотреть рис. 29. В левой части рисунка изображена стрелка измерительного прибора, которая имеет на своём конце маленький контакт. Этим контактом стрелка касается другого контакта, помещённого на конце так называемой биметаллической пластины. Биметаллической пластиной называют пластину, состоящую из двух жёстко соединённых между собой пластинок, сделанных из разных материалов, например из меди и железа. При нагревании эти две пластинки удлиняются

по-разному, благодаря чему такая комбинированная пластина изгибается в сторону материала, который в меньшей мере изменяет свою длину.

Пусть контакт стрелки измерительного (задающего) прибора касается контакта биметаллической пластины и тем самым замыкает электрическую цепь. Эту пластину назовём пластиной д а т ч и к а. Тогда по нагревательной

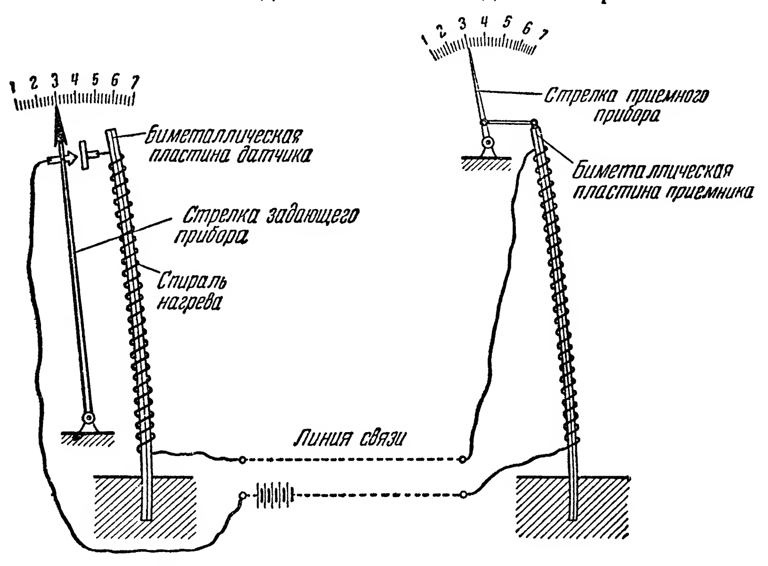


Рис. 29. Следящее измерительное устройство.

спирали, намотанной на биметаллическую пластину, пойдёт электрический ток. Спираль, нагреваясь сама, нагревает и биметаллическую пластину, которая начинает при этом изгибаться, например, вправо. Пластина будет изгибаться до тех пор, пока контакты останутся замкнутыми.

Если стрелка отклонится влево, контакты разомкнутся, биметаллическая пластина датчика, охлаждаясь, будет изгибаться влево, следуя за движением стрелки.

Теперь, включив в электрическую цепь вторую спираль нагрева, обмотанную вокруг другой такой же биметаллической пластины, легко заставить эту вторую пластину (назовём её пластиной приёмника) изгибаться так же, как изгибается первая пластина. Биметаллическая

пластина приёмника будет всё время следить за положением биметаллической пластины датчика, а следовательно, и стрелки прибора. Таким образом, показания задающего прибора с помощью двух биметаллических пластин передаются к стрелке приёмного прибора. Стрелка прибора, расположенного в правой части рис. 29, как бы следит за стрелкой задающего прибора, расположенного слева.

Но как же работает автоматический фрезерный станок, о котором мы писали выше?

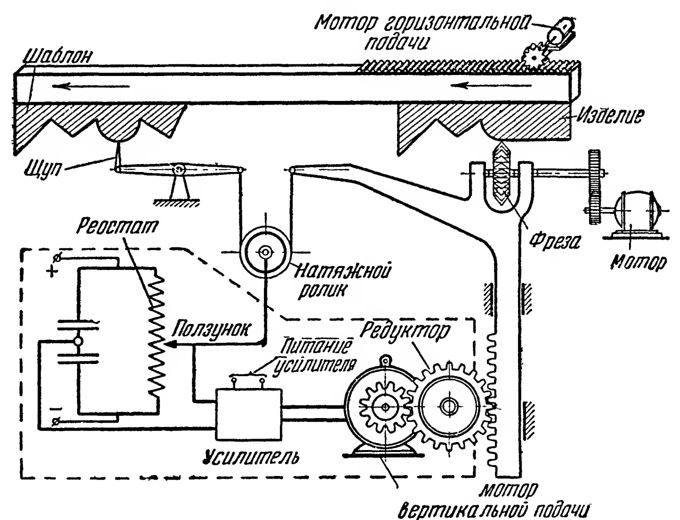


Рис. 30. Схема работы автоматического фрезерного станка.

Схема такого станка приведена на рис. 30. Этот станок фрезерует изделия по профилю, заданному шаблоном. Если фреза будет расположена выше или ниже щупа шаблона, то это вызовет перемещение вверх или вниз натяжного ролика, а следовательно, и ползунка реостата, что повлечёт за собой появление в цепи электрического тока. Этот ток усиливается специальным усилителем и управляет электродвигателем, который перемещает фрезу соответственно вверх и вниз. Перемещение же изделия и шаблона справа налево производится специальным моторчиком.

Когда положения щупа и фрезы будут соответствовать друг другу, то ползунок реостата будет находиться в сред-

нем положении. Тока при этом в цепи не будет, а следовательно, мотор вертикальной подачи фрезы работать не будет. Таким образом, фреза «следит» за изменением положения щупа.

Другим примером применения следящего автомата может служить устройство для рулевого управления современным кораблём. Вес рулей современных больших кораблей достигает нескольких десятков тонн, и, естественно, что управление такими рулями не под силу одному человеку. В таких случаях управление кораблём нередко производится с помощью сельсинных устройств, аналогичных тем, которые были показаны на рис. 24. Штурвал рулевого управления связывается с маленькой электрической машиной (сельсином датчиком). Электрический сигнал управления от этой маленькой машины значительно усиливается и воздействует на мощный мотор, который и приводит в движение рули.

Иногда штурвал управления поворачивает не человек, а специальное устройство, основную деталь которого составляет вращающийся волчок-гирокомпас. Гирокомпас выполняет ту же роль, что и обычный компас, но точнее и надёжнее. В этом случае управление кораблём оказывается полностью автоматизированным. Кстати здесь следует сказать, что гироскопы находят широкое применение в автоматике для управления движением самолётов, кораблей, ракет, снарядов и тому подобных устройств — как «чувствительные» элементы, твёрдо поддерживающие заданный курс движения.

8. АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Июль месяц. На улице жара. Зрительный зал большого московского кинотеатра, вмещающий много зрителей, полон. Тем не менее в зале нет духоты — воздух в нём свеж, чист и прохладен.

Это достигается работой специальных машин-кондиционеров*). Такие машины охлаждают воздух в зале, увлажняют или осушают его, смотря по необходимости.

---

*) О работе машин-кондиционеров можно прочесть в книжке «Научно-популярной библиотеки» Гостехиздата, Н. С. Комаров, «Искусственный холод».

Машинами-кондиционерами управляют автоматические регуляторы. Автоматические регуляторы являются наиболее сложными автоматами. Они должны обычно поддерживать на постоянном уровне какую-либо величину, характеризующую состояние какой-либо машины или установки, независимо от внешних условий. Этими величинами могут быть температура и влажность воздуха в зале при любой температуре снаружи этого помещения, напряжение в электрической цепи при любой нагрузке.

Для того чтобы понять, как работают автоматические регуляторы, предположим, что мы имеем большой бак, наполненный водой. Вода из бака расходуется на различные нужды. Требуется поддерживать уровень воды в баке постоянным, независимо от расхода воды.

В качестве простого устройства, которое «само» приводит в соответствие приход и расход воды в баке, то-есть в нужный момент открывает и закрывает заслонку подачи, может служить регулятор, изображённый на рис. 31. Заметим, что именно так был устроен регулятор И. И. Ползунова, о котором мы говорили раньше.

Поплавок или подобные ему устройства, «чувствующие» изменение регулируемой величины, принято, как мы знаем, называть чувствительными элементами. В нашем примере поплавок через систему рычагов воздействует на заслонку, изменяющую подачу воды в бак. На рисунке можно видеть, что поплавок при опускании уровня ниже заданного будет увеличивать подачу воды в бак. При достижении нормального уровня поступление воды делается равным расходу. И, наконец, если уровень превышает норму, подача уменьшается. Такой регулятор называется регулятором прямого действия.

Если же труба, по которой течёт вода, будет значительных размеров, то, очевидно, и заслонка должна быть большой и тяжёлой. Чтобы поднять такую заслонку, нужно приложить большую силу. В этом случае поплавок нам не поможет,— он не сможет поднять тяжёлую заслонку. Как же поступить?

Очевидно, мы должны и здесь применить известный нам уже метод усиления сигнала, поступающего от чувствительного элемента. В таких случаях для перемещения заслонки используют не усилие, создаваемое поплавком,

а усилие, получаемое от вспомогательного источника энергии, например от масляного насоса или от электрической батареи. Поплавок в этом случае будет лишь управлять источником вспомогательной энергии (электрическим током, воздухом или жидким маслом под

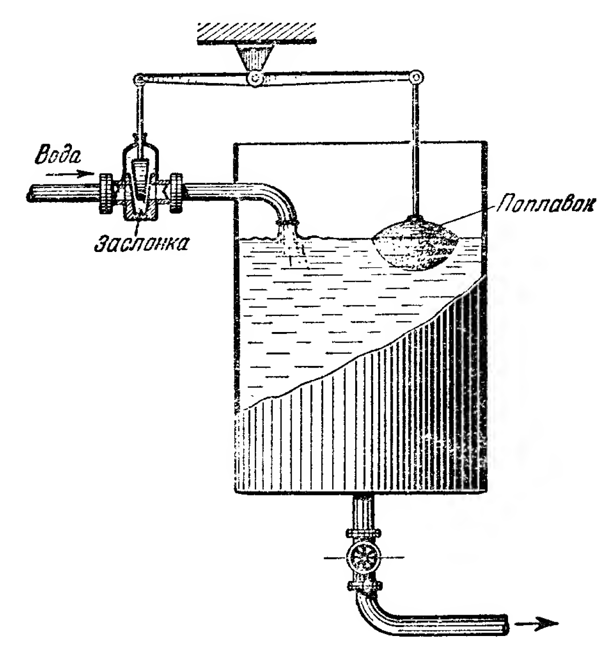


Рис. 31. Регулятор уровня в баке с водой (прямого действия).

давлением и т. д.). Такой регулятор мы назовём уже регулятором непрямого действия.

Посмотрим на рис. 32. Здесь бак с водой через гибкие трубки соединён со специальным сосудом. Но если два сосуда с водой соединены между собой, то в обоих сосудах вода установится на одном уровне. Поэтому, как только изменится уровень воды в баке, он изменится и во вспомогательном сосуде. Если уровень в баке повысится, то сосуд наберёт больше воды и, став тяжелее, опустится, если уровень в баке понизится, то, наоборот, часть воды из вспомогательного сосуда уйдёт в бак и он поднимется. Снизу этот сосуд поддерживает пружина.

Перемещение сосуда вызовет поворот так называемой «струйной трубки», которая укреплена на шарнире.

По этой трубке под давлением течёт непрерывно масло. Струя масла из трубки попадёт либо в средний порожек, либо в верхний или нижний каналы, которые можно видеть на рисунке. Через эти каналы масло протекает в цилиндр сервомотора, где ходит поршень (с е р в о м о т о р о м называется исполнительный механизм, который приводит в действие регулирующее приспособление, в данном случае передвигает заслонку).

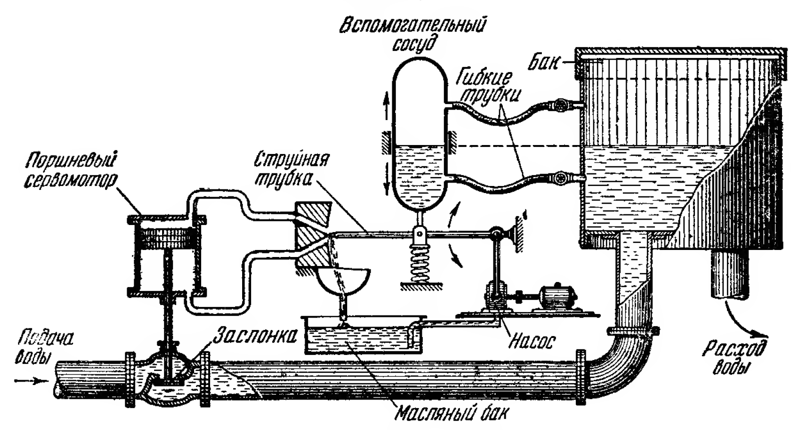


Рис. 32. Регулятор уровня в баке с водой (регулятор непрямого действия).

Посмотрев на рисунок, легко сообразить, что если уровень воды в баке повысится, то масло потечёт в нижний канал; тогда поршень сервомотора поднимется, заслонка закроет трубу, приток воды прекратится. Если же уровень в баке понизится, то заслонка откроется.

В нашем примере тяжёлая заслонка в трубе передвигается за счёт энергии мотора особого насоса, который гонит масло по струйной трубке и заставляет тем самым перемещаться в нужном направлении поршень сервомотора.

Вот другой пример автоматического регулятора.

Для того чтобы морская мина могла подорвать вражеский корабль, нужно, чтобы она плавала под водой недалеко от поверхности, оставаясь вместе с тем невидимой с корабля.

Чтобы заставить морскую мину плавать на заданной глубине, применяется простой регулятор прямого действия, показанный на рис. 33.

Погружённая в воду мина испытывает, в зависимости от глубины её погружения, довольно значительное давление со стороны воды. В корпусе мины помещён подвижный поршень, на который изнутри давит пружина. Чем глубже мина находится в воде, тем сильнее давит вода на поршень. При этом пружина сжимается и поршень специальным контактом замыкает электрическую цепь батареи. В результате начинает работать электрический мотор, который вращает подъёмный винт мины. Мина всплывает. Мотор будет продолжать работать до тех пор, пока электрическая цепь, включающая контакт поршня, не разомкнётся. А это происходит на заранее определённой глубине, в зависимости от силы поставленной в мину пружины. Как только остановится мотор и вращаемый им винт, мина, пройдя ещё несколько метров вверх по инерции, начнёт медленно опускаться. Это погружение будет продолжаться до тех пор, пока поршень под давлением воды снова не замкнёт контакты. Таким образом, мина будет колебаться вверх и вниз в заданных пределах, обеспечивающих выполнение боевой задачи.

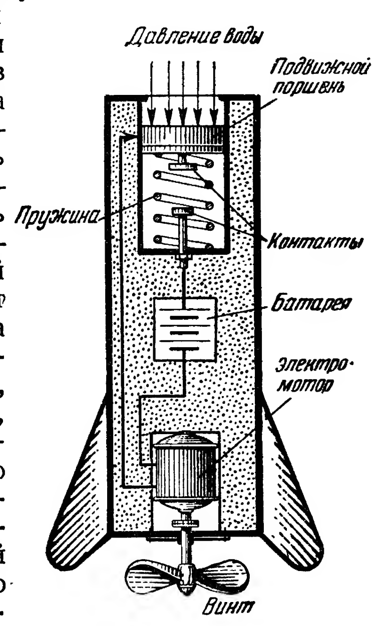


Рис. 33. Автоматический регулятор глубины погружения для плавающей мины.

В заключение расскажем ещё о простом автоматическом регуляторе напряжения электрического генератора. Схема этого регулятора приведена на рис. 34. Известно, что напряжение на зажимах электрического генератора при прочих равных условиях зависит от нагрузки и от величины тока, протекающего по его обмотке возбуждения.

Изменяя ток, протекающий по обмотке возбуждения генератора в зависимости от изменения нагрузки, можно поддерживать напряжение генератора постоянным. Делается это так.

К зажимам генератора подключена катушка электромагнита, в которую вставлен сердечник. Этот электромагнит играет роль «чувствительного» элемента, «чувствующего» напряжение генератора. Пружина всё время

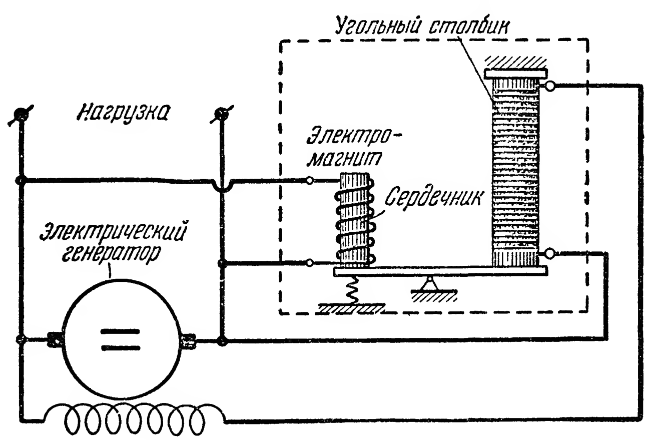


Рис. 34. Схема автоматического регулятора напряжения.

тянет сердечник наружу, в то время как магнитное поле, наоборот, втягивает его внутрь катушки. Чем больше напряжение на генераторе, тем с большей силой втягивается внутрь катушки сердечник, и наоборот. Если напряжение генератора уменьшится, то сердечник магнита опустится вниз и с помощью рычага сожмёт столбик, состоящий из угольных кружков. При этом электрическое сопротивление угольного столбика уменьшится, ток, протекающий по обмотке возбуждения, возрастёт и напряжение генератора увеличится. Если же напряжение генератора станет больше нормального, то сердечник втянется в катушку электромагнита, сила давления на угольный столбик уменьшится, его сопротивление увеличится. Следовательно, уменьшится ток, протекающий по обмотке возбуждения, а поэтому уменьшится и напряжение

генератора. При нормальном напряжении сердечник электромагнита будет находиться в таком положении, что ток, протекающий по обмотке возбуждения, будет оставаться постоянным и при этом таким, что напряжение генератора будет соответствовать заданному значению.

Теперь, после всего сказанного, мы можем без особого труда представить себе то устройство, которое выполняет задачу поддержания температуры и чистоты воздуха в помещении.

Элементы, «чувствующие» температуру и влажность воздуха (термометры и гигрометры), управляют с помощью реле и им подобных устройств мощными моторами, которые гонят в нужном количестве отфильтрованный и надлежащим образом охлаждённый или подогретый и увлажнённый воздух в зал кинотеатра.

К рассматриваемой группе автоматических устройств относятся также так называемые **программные регуляторы**.

Программный регулятор может некоторую величину изменять по какому-нибудь заранее заданному закону.

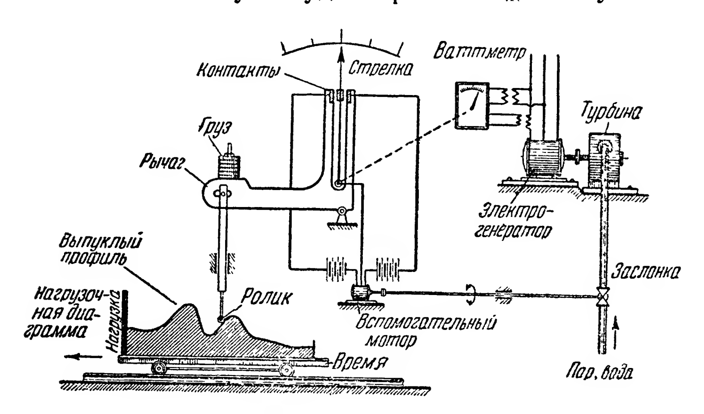


Рис. 35. Автоматический программный регулятор.

Например, на рис. 35 изменение во времени нагрузки на электрический генератор или электростанцию задаётся с помощью особой нагрузочной диаграммы. Эта диаграмма представляет собой рельефно выступающий профиль, который перемещается с помощью часового механизма

(не показанного на схеме) справа налево со скоростью, которая требуется условиями работы. Обычно вся диаграмма содержит в себе суточное изменение мощности электростанции. По истечении суток такая диаграмма или сменяется или повторяется вновь.

По выступающему профилю диаграммы катится ролик, который посредством тяги управляет положением Г-образного рычага, на котором помещены два контакта. Нетрудно видеть, что положение рычага задаёт требуемую выработку электроэнергии. Делается это так. Контакты рычага соединены с различными полюсами электрических батарей. Если контакт рычага коснётся контактов, помещённых на стрелке ваттметра (прибор, измеряющий мощность электрической станции или отдельного генератора), то включится одна из батарей и начнёт вращаться в ту или иную сторону вспомогательный мотор (сервомотор). Этот мотор открывает или закрывает регулировочную заслонку в трубе, подводящей воду или пар к турбине, которая вращает генератор. В зависимости от подачи воды или пара к турбине будет изменяться и мощность, развиваемая генератором.

Фактическая мощность генератора измеряется как раз тем ваттметром, стрелка которого находится в прорези Г-образного рычага. Если мощность, заданная диаграммой, соответствует мощности, фактически вырабатываемой электростанцией, то контакты стрелки не касаются контактов Г-образного рычага. Если же имеется несоответствие между требуемой и вырабатываемой мощностями, то контакты замыкаются. Наш автомат при этом немедленно изменит работу турбины так, что мощность вновь совпадёт с той, которая требуется.

Точно таким же образом можно регулировать любые другие величины, изменяющиеся с течением времени, например, температуру, давление, напряжение в различных установках.

9. КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИКА

Совершим экскурсию на современную гидроэлектростанцию. Эта станция стоит среди гор на быстро текущей реке. В течение долгого времени она исправно вырабатывает электроэнергию в требуемом количестве. На этой

станции включаются и отключаются отдельные механизмы. Прибавляется и убавляется подача воды к турбинам. Контролируется смазка трущихся частей. Регулируется напряжение. Записывается количество отпущенной энергии.

На электростанции установлено много различных «умных» машин, аппаратов и приборов. Обслуживают и наблюдают за этими машинами, аппаратами и приборами стоящие здесь же ... другие аппараты и приборы. Сама же станция заперта на замок.

Всё это похоже на сказку, но это тем не менее — быль наших дней.

Устройства, действующие и совместно выполняющие целый ряд сложных работ по контролю, управлению и регулированию, принято называть комплексными автоматами.

Представим себе, что нам надо построить автомат, управляющий ходом сложного технологического процесса. Этот автомат должен в определённое время подавать нужное количество сырья, воды или пара, нагревать, охлаждать или перемешивать различные химические продукты и делать много других операций.

Автомат не должен путать разные операции между собой, так как тогда ход технологического процесса нарушится и мы получим брак.

Рис. 36 показывает, как можно построить такую «умную» машину.

На одной вращающейся оси насажено несколько, как их называют, профильных шайб. Каждая шайба управляет своим воздушным клапаном.

Когда шайба поворачивается своим выступом к толкателю, клапан открывается. При этом сжатый воздух, поступающий от компрессора, выходит наружу. Когда же клапан закрыт (шайба повёрнута впадиной), этот воздух поступает к исполнительным механизмам, которые изменяют нужным образом подачу в бак той или иной составной части изготовляемого продукта и, кроме того, выполняют другие необходимые операции. Такие регуляторы находят применение в самых разнообразных отраслях промышленности — химической, текстильной, нефтеобрабатывающей, пищевой и других.

На практике встречаются сложные комплексные автоматические установки, где большую роль играют

счётно-решающие автоматы. К числу таких устройств может быть отнесена, например, автоматическая артиллерийская зенитная установка. В этом случае особый счётный механизм «сам» вводит поправки при стрельбе батареи по самолётам противника, учитывая скорость цели, скорость и направление ветра,

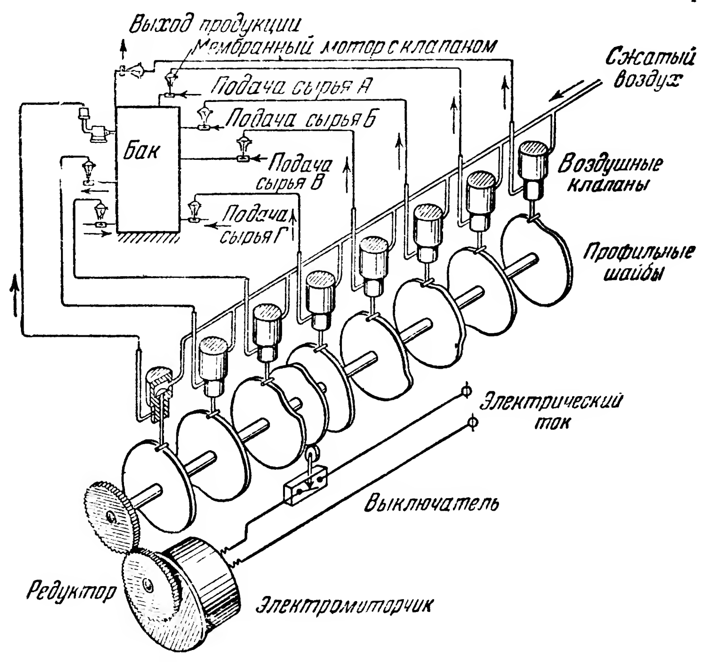


Рис. 36. Схема автоматического комплексного программного регулятора.

высоту цели, её маневры. Все эти данные вычисляются, суммируются и автоматически учитываются при наводке орудия на цель.

К группе комплексных автоматических устройств можно отнести ряд автоматов-комбайнов, изготовляющих те или другие изделия или производящих какие-либо сложные технологические операции. Так, сейчас находят широкое применение автоматы, производящие разделку рыбы, автоматы, пекущие хлеб, изготовляющие бутылки, электрические лампы, папиросы и многое другое.

Существуют целые цехи и заводы-автоматы, где выпускаемая сложная продукция делается исключительно машинами и где человек остаётся только наблюдателем.

На высокоавтоматизированных предприятиях существуют целые станочные поточные линии, где автоматизирован межстаночный транспорт, установка деталей, контроль и обработка сложных деталей.

Так, в СССР на одном заводе изготовлена поточная линия для обработки блока двигателя грузового автомобиля. Эта линия состоит из 16 станков, приводимых в движение 20-ю электродвигателями. На этой линии используется более 500 различных режущих инструментов. Обслуживают такую линию лишь 7 человек.

Существует большой завод, изготовляющий автомобильные рамы. Завод полностью автоматизирован. Все без исключения операции делают машины. Во время изготовления рамы над нею производится около 600 различных операций.

В целом ряде производств могут работать только автоматы, поскольку человек оказывается не в состоянии управлять процессом так, как это требуется по условиям работы. Автоматы заменяют человека и там, где производство оказывает вредное влияние на здоровье, и там, где человек просто не может справиться с работой из-за быстроты темпов производства и его сложности.

10. НЕСКОЛЬКО ЦИФР

Производительность автоматов исключительно велика. Так, один автомат, изготовляющий бутылки, делает их в количестве 5400 штук в час и заменяет при этом 1400 человек рабочих. Ламповый завод-автомат изготовляет 60 000 ламп в две смены при трёх рабочих.

Автомат при разделке рыбы обрабатывает 60 рыб в минуту и выполняет работу более 60 человек рабочих. Автоматизированный завод, делающий автомобильные рамы, делает их в количестве 12 000 штук в сутки и заменяет при этом 18 000 рабочих! Автоматизированная бумагоделательная машина изготовляет за сутки бумажную ленту длиною в 600 километров при ширине в 7 метров. Здесь бумажная лента сбегает с валков машины со скоростью поезда. Такая машина выполняет работу 35 000 человек!

11. РОЛЬ АВТОМАТИКИ

Товарищ Сталин ещё в начале индустриализации нашей страны сказал: «Механизация процессов труда является той новой для нас и решающей силой, без которой невозможно выдержать ни наших темпов, ни новых масштабов производства».

Автоматизация по существу является дальнейшей более высокой ступенью механизации. Автоматизация различного рода процессов, как мы видели, позволяет необычайно повысить производительность труда. Это приводит в условиях социалистического общества к уменьшению рабочего дня. Автоматизация освобождает рабочего от выполнения ряда очень тяжёлых и утомительных работ. Но это ещё не всё. Для работы на сложной и автоматизированной машине рабочий должен повышать свой технический уровень, он должен многое знать. Это значит, что внедрение автоматики создаёт предпосылки для уничтожения разницы между трудом умственным и физическим. В социалистическом обществе рабочий из раба машины превращается в её полного хозяина.

К совершенно другим результатам приводит внедрение автоматики в капиталистических странах. Там автоматика означает вытеснение рабочих машиной. Там прогресс в технике означает безработицу тысяч и миллионов рабочих. Там автоматизация грозит нищетой и голодом миллионам людей. Автоматизация в капиталистических странах влечёт за собой кризисы.

Известно, что капиталисты, захватив монополию на производство тех или иных товаров, скупают патенты, позволяющие делать «умные» машины — автоматы, уничтожают их и тем самым искусственно тормозят прогресс науки и техники. Бесплановость в производстве капиталистических стран неизбежно ведёт к ограничению использования автоматов и к кризису производства.

В одном своём произведении известный чешский писатель Карел Чапек говорит: «Люди изобрели роботов — механических людей; этих роботов люди совершенствовали все больше и больше. Владельцы роботов заставляли их при этом на себя работать. Шло время, роботы все совершенствовались, а вместе с тем и росла их эксплоатация кучкой предпринимателей. Однажды роботы собра-

лись вместе, сговорились и решили убить своих эксплоататоров. Бунт роботов привёл к тому, что они, не умея отличить, где их враги и где друзья, перебили всех людей на Земле. Так бесславно кончился людской род».

Это — фантазия писателя. Но в наше время, когда поджигатели войны, используя последние достижения науки и техники, угрожают миру новыми бедствиями и страданиями, становится особенно ясно, что «умными» машинами может и должно владеть только передовое социалистическое общество.

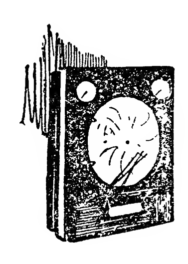
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из всего рассказанного в этой книжке видно, что автоматы уже сегодня могут делать удивительные вещи. Они заменяют человека в целом ряде случаев. Делают многие вещи лучше, быстрее и надёжнее человека. Но при этом надо помнить, что любой автомат никак не «умнее» человека, его сделавшего.

Напрасно предполагать, что можно сделать автоматы, которые будут играть в шахматы, или автоматы, способные водить войска и выигрывать сражения. Таких автоматов нет, и пытаться их создать — пустая и абсурдная затея.

Но вот выполнить определённое поручение автомат может и должен. Примеры таких автоматов мы видели в этой книге.

Наша задача — построить как можно больше таких автоматов, сделать их способными выполнять разнообразные наши поручения, сделать их помощниками в достижении нашей великой благородной цели — построения коммунистического общества.



СОДЕРЖАНИЕ

Цена 90 к.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

1. Проф. М. Ф. СУББОТИН. Происхождение и возраст Земли.
2. Проф. И. Ф. ПОЛАК. Как устроена Вселенная.
3. Проф. В. Г. БОГОРОВ. Подводный мир.
4. Проф. Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ. Происхождение небесных тел.
5. Проф. А. А. МИХАЙЛОВ. Солнечные и лунные затмения.
6. Проф. В. В. ЛУНКЕВИЧ. Земля в мировом пространстве.
7. А. А. МАЛИНОВСКИЙ. Строение и жизнь человеческого тела.
8. Проф. И. С. СТЕКОЛЬНИКОВ. Молния и гром.
9. Проф. Б. Л. ДЗЕРДЗЕЕВСКИЙ. Воздушный океан.
10. Проф. А. И. ЛЕБЕДИНСКИЙ. В мире звёзд.
11. Проф. К. Ф. ОГОРОДНИКОВ. На чём земля держится.
12. С. М. ИЛЬЯШЕНКО. Быстрее звука.
13. Проф. В. А. ДОРФМАН. Мир живой и неживой.
14. Проф. В. В. ЕФИМОВ. Сон и сновидения.
15. Проф. Г. С. ГОРЕЛИК и М. Л. ЛЕВИН. Радиолокация.
16. В. Д. ОХОТНИКОВ. В мире застывших звуков.
17. Ю. М. КУШНИР. Окно в невидимое.
18. Проф. В. Г. БОГОРОВ. Моря и океаны.
19. В. В. ФЕДЫНСКИЙ и И. С. АСТАПОВИЧ. Малые тела Вселенной.
20. Г. Н. БЕРМАН. Счёт и число.
21. Б. Н. СУСЛОВ. Звук и слух.
22. Е. П. ЗАВАРИЦКАЯ. Вулканы.
23. Проф. А. И. КИТАЙГОРОДСКИЙ. Строение вещества.
24. В. А. МЕЗЕНЦЕВ. Электрический глаз.
25. А. С. ФЁДОРОВ и Г. Б. ГРИГОРЬЕВ. Как кино служит человеку.
26. Проф. Р. В. КУНИЦКИЙ. День и ночь. Времена года.
27. Акад. В. А. ОБРУЧЕВ. Происхождение гор и материков.
28. Проф. Р. В. КУНИЦКИЙ. Было ли начало мира.
29. Проф. Г. П. ГОРШКОВ. Землетрясения.
30. Проф. И. Ф. ПОЛАК. Время и календарь.
31. Л. П. ЛИСОВСКИЙ и А. Е. САЛОМОНОВИЧ. Трение в природе и технике.
32. А. С. ФЁДОРОВ. Огненный воздух.
33. Проф. Б. Б. КУДРЯВЦЕВ. Движение молекул.
34. Проф. В. И. ГРОМОВ. Из прошлого Земли.
35. З. И. АДИРОВИЧ. Электрический ток.
36. В. С. СУХОРУКИХ. Микроскоп и телескоп.
37. А. С. ДАНЦИГЕР. Электрическая лампочка.
38. Н. В. КОЛОБКОВ. Погода и её предвидение.
39. Г. А. ЗИСМАН. Мир атома.
40. В. Д. ЗАХАРЧЕНКО. Мотор.
41. В. Д. ОХОТНИКОВ. Магниты.
42. Б. Н. СУСЛОВ. Между пылинками и молекулами.
43. Д. З. БУНИМОВИЧ. Фотография.
44. Д. А. КАТРЕНКО. Чёрное золото.
45. В. И. ГАПОНОВ. Электроны.
46. С. Г. СУВОРОВ. О чём говорит луч света?
47. Проф. Г. С. ЖДАНОВ. Рентгеновы лучи.
48. Н. В. КОЛОБКОВ. Грозы и бури.
49. К. А. ГЛАДКОВ. Дальновидение.
50. Проф. Н. С. КОМАРОВ. Искусственный холод.
51. Проф. А. М. РУБИНШТЕЙН. Химия вокруг нас.
52. С. Д. КЛЕМЕНТЬЕВ. Зоркий помощник.
53. Н. Г. НОВИКОВА. Необыкновенные небесные явления.
54. А. Ф. БУЯНОВ. Новые волокна.
55. Б. Н. СУСЛОВ. Вода.
56. Г. А. АРИСТОВ. Солнце.